PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-067322
(43)Date of publication of application : 19.03.1993

(51)Int.Cl. G11B 5/66

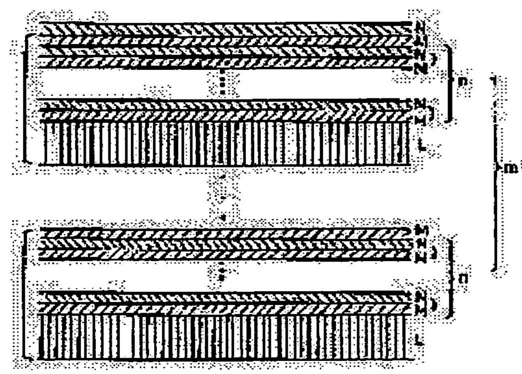
(21)Application number : 04-045868
(22)Date of filing : 04.03.1992

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
(72)Inventor : HASHIMOTO SUSUMU
YUZUSU KEIICHIROU
INOMATA KOICHIRO

(30)Priority
Priority number : 03 37111 Priority date : 04.03.1991 Priority country : JP

(54) PERPENDICULAR MAGNETIZATION FILM AND MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:
PURPOSE: To obtain an excellent perpendicular magnetization film by laminating a specified number of laminated layers of a magnetic layer and a noble metallic layer and allowing the film thickness to be less than a specified thickness.
CONSTITUTION: The magnetic layer M and the noble metallic layer N are alternately laminated and when the laminated number is n and the laminated state is expressed in a formula I, an n value is made to 1≤n≤5 and a film thickness of (M/N)n is made to ≤50Å. Besides when a thickness of the magnetic layer M is tM, and a thickness of the noble metallic layer N is tN, a value of a film thickness ratio (tM/tN) per one layer is made to 0.6≤tM/tN. Thus by laminating the perpendicular magnetization film via a nonmagnetic layer, a ratio being occupied with the magnetic layer as the whole laminated film becomes larger, so the film is favorable in the case using a magneto-optical effect, especially a Faraday effect.



$(M/N)_n$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3150401

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号

特開平5－67322

(43)公開日　平成5年(1993)3月19日

(51)Int. Cl.^{5}	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G11B　5/66		7303－5D		

審査請求　未請求　請求項の数6　（全11頁）

(21)出願番号　特願平4-45868

(22)出願日　平成4年(1992)3月4日

(31)優先権主張番号　特願平3-37111

(32)優先日　平3(1991)3月4日

(33)優先権主張国　日本（JP）

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者　橋本　進
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地　株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者　柚須　圭一郎
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地　株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者　猪俣　浩一郎
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地　株式会社東芝総合研究所内

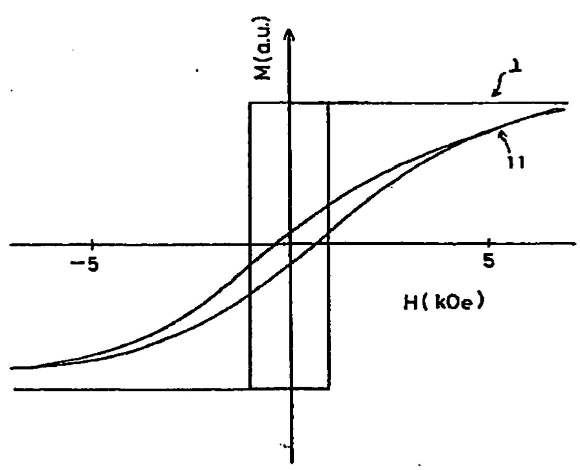
(74)代理人　弁理士　則近　憲佑

(54)【発明の名称】垂直磁化膜及び磁気記録媒体

(57)【要約】

【構成】　イオンビームスパッタリング法などの薄膜形成技術を用いて、10オングストローム程度の磁性層Coと貴金属層Ptを、膜厚比t_{Co}/t_{Pt}を0．6以上で、5層以内、積層膜の膜厚を50オングストローム未満とすることで良好な垂直磁化膜が得られる。

【効果】　従来この様な人工格子膜ではCoの膜厚が厚いと垂直磁化膜が得られなかったが、本発明によれば$t_{Co}/t_{Pt}\geqq 0.6$というCoの膜厚が厚い領域でも垂直磁化膜を得ることができる。



①

(磁性層/貴金属層)$_n$ 多層膜

・nは1以上5以下

・磁性層厚t/貴金属層厚tが0.6以上　　$0.6=\frac{3}{5}$

etc...

【特許請求の範囲】

【請求項１】　遷移金属元素からなる層の上層及び下層を、白金属元素からなる層で積層した３層膜を第１の層とし、Ｃｏを主体とする層を第２の層とし、第１の層と第２の層とを交互に複数積層した交互積層膜を記録膜としたことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項２】　前記第１の層の基本単位の膜厚は、８Å以上３０Å以下、第２の層の基本単位の膜厚は２Å以上１０Å以下の交互積層膜であることを特徴とする請求項１に記載の光磁気記録媒体。

【請求項３】　前記遷移金属元素は、Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕの内から選ばれる少くとも１種の元素であることを特徴とする請求項１及び２に記載の光磁気記録媒体。

【請求項４】　前記白金属元素は、Ｐｔそして／またはＰｄであることを特徴とする請求項１及び２に記載の光磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザーなどの光によって、情報を記録、再生する書き換え可能な光磁気記録媒体に関し、特に、白金属元素とＣｏ系元素との交互積層膜の特性を改良させた光磁気記録媒体に関する。

【０００２】

【従来の技術】書き換え可能で、高密度な光記録媒体として、希土類－遷移金属系（ＲＥ－ＴＭ系）の合金からなる光磁気記録媒体が実用化されている。しかし、このＲＥ－ＴＭ系の光磁気記録媒体には、記録密度を高めること、信頼性を上げること、低コスト化を図ることなどの改善すべき点が残されている。

【０００３】光磁気記録媒体の高密度記録法としては、記録ピットの形状を従来の円形状あるいはだ円状のものから、矢羽状のものにしたり、光照射部分の極めて小さな面積の昇温部分領域のみを記録領域とするいわゆる筆先記録方式などがある。再生時においては、ピットの位置を検出する（ピットポジション方式）のではなく、ピットのエッジを検出する（ピットエッジ方式）ようにすることなども、高密度記録に有効である。このように記録、再生の両方において、高記録密度の工夫改善がなされている。

【０００４】また、記録光源の短波長化も高記録密度化に有効である。現状の８００ｎｍ付近の半導体レーザーから７００ｎｍ帯、６００ｎｍ帯の実用化、さらに半導体レーザーと２次高調波発生素子（ＳＨＧ）とを組み合わせた５００ｎｍ、あるいは４００ｎｍ帯の光源も実現性が期待されている。

【０００５】このような記録再生方法の工夫と光源の短波長化等とを組み合わせると、現在のものと比べると記録密度が数倍～数１０倍になると予想されている。しかし、ＲＥ－ＴＭ系の光磁気記録媒体は、もともと磁気光学性能（θ_K；カー回転角）が小さく、記録ピットが小さくなればなるほど、再生信号が低下する。また、カー回転角θ_Kの波長依存性を調べてみると、短波長になるにつれて減少し、４００～５００ｎｍ付近のθ_Kは、８００ｎｍ付近のそれの１／３～２／３程度である。そのため、ＲＥ－ＴＭ系より磁気光学性能が大きく、短波長域でも磁気光学性能が低下しないあるいは増大するような記録材料が探索されている。

【０００６】また、信頼性の面でもＲＥ－ＴＭ系の光磁気記録媒体は、希土類（ＲＥ）が特に酸化しやすいため、媒体構成においては、保護膜を設ける必要があり、製造時には、真空度を高めたり、高価な製造装置を用いたり特別な注意を払わなければならない。そのため、製造の困難性からの歩留りの低下と合わせて、コスト高の要因となっていた。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】そこで、ＰｔやＰｄの薄層と、Ｃｏの薄層を交互に積層したＰｔ／Ｃｏ積層膜やＰｄ／Ｃｏ積層膜が注目されている。

【０００８】ＰｔやＰｄ，Ｃｏは耐腐食性に優れているので、信頼性が高い。更にθ_Kの波長依存性は、ＲＥ－ＴＭ系の様な短波長域での減少がなく、特にＰｔ／Ｃｏ積層膜のθ_Kは、短波長域で、ＴＥ－ＴＭ系より大きく、将来の短波長光源を用いた記録には適している。しかし、それでもまだ充分なθ_Kの値ではなく、更なるθ_Kの向上が望まれている。

【０００９】

【課題を解決するための手段】そこで本発明の目的は、Ｐｔ，Ｐｄ等の白金属元素と、Ｃｏ系元素との交互積層膜の特性を改良するために、媒体構成を工夫することにより、信頼性や磁気光学性能に優れた書き換え可能な光磁気記録媒体を提供することにある。

【００１０】Ｐｔ／Ｃｏ，Ｐｄ／Ｃｏ積層膜が垂直磁化膜となる、いわゆる垂直磁気異方性の起源としては、積層膜の界面に形成された合金によるもの　、あるいは、界面での結晶格子のミスフィットによる磁気ひずみによる等、いずれにしろ、界面効果によるものと考えられている。

【００１１】そこで、積層膜の界面効果を損うことなく、θ_Kの向上を目ざした研究の結果、本発明に至った。

【００１２】即ち、遷移金属元素からなる層の上層及び下層を白金属元素からなる層で積層した３層膜を第１の層とし、Ｃｏを主体とする層を第２の層とし、第１の層と第２の層とを交互に複数積層した交互積層膜を記録膜とすることにより、Ｃｏを主体とする層は、常にＰｔそして／またはＰｄ等の白金属元素からなる層と接して積層された構成になるため、垂直磁気異方性を誘起する界面効果を損うことなく、かつ、白金属元素からなる層間には、Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕ等の遷移金属層を設けたことによる光学的な干渉効果あるいは、擬似的なプラズマ共鳴

（M／N）$_n$
Mは磁性体，Nは貴金属，nは積層数
で表し、１層当たりの膜厚比を
（t_M ／t_N ）
t_m は磁性層の厚さ
t_n は貴金属層の厚さ
で表したとき、$1 \leqq n \leqq 5$かつ（M／N）$_n$ の膜厚が５０オングストローム未満の条件を満足することを特徴とする垂直磁化膜である。ここで磁性体Mとしては磁性金属であるCoが代表的であるが、他にFe, Ni 等が挙げられる。もちろんこれらの複合系でも構わない。また貴金属NとしてはPtが代表的であるが、他にPd, Ru, Au, Ag 等が挙げられ、これも複合系でも構わない。

（M／N）$_n$ の膜厚が５０オングストロームを越えると垂直磁化膜が得にくくなる。好ましくは３０オングストローム以下である。

【０００９】またt_M ／t_N を０．６以上に設定することで、垂直磁化膜の保磁力を向上することができる。また従来に比べ単位厚さ当りの磁性金属量が多くなり、それに伴い磁気光学効果の向上が達成され、かつ貴金属量が低下することになるため、膜コストが低下する。なお、膜厚にもよるが、余り磁性金属の比率が高くなると垂直磁化が達成し難くなるため、t_M ／t_N は３以下であることが好ましい。

【００１０】なお磁性金属１層の厚さt_M であるが、余り厚いと垂直磁化の達成が困難であり、16オングストローム以下が好ましい。また余り薄すぎると良好な磁性を示さないため、最低でも２オングストロームはあった方が良い。さらには$3 \leqq t_M \leqq 15$（オングストローム）あることが好ましい。

【００１１】また貴金属１層の厚さt_N であるが、余り薄すぎると垂直磁化の達成が困難であり、最低でも２オングストロームはあった方が良い。また積層時に磁性金属層間に挟まれる貴金属層の厚さは、磁性金属層間の磁気的カップリングを疎外しない程度、すなわち16オングストローム以下程度が好ましい。さらには$3 \leqq t_N \leqq 15$（オングストローム）あることが好ましい。

【００１２】さてM/N の繰返しの積層数nであるが、従来の如く磁性金属量が少ない領域、すなわちt_M ／$t_N \leqq 0.5$ のような膜では数10回の繰返しでも垂直磁化が達成できるが、t_M ／$t_N \geqq 0.6$ と磁性金属量が多い場合は、従来のような多数回の積層では角形比が低下してしまい、良好な垂直磁化膜が得られなくなるため、nは５以下である必要がある。

【００１３】本発明の垂直磁化膜は、例えばガラス，樹脂等の基板上に、通常の薄膜形成方法、例えばRF，イオンビームなどの各種スパッタリング法，蒸着法，ＭＢＥ法等で作成することができる。基板上にはM／Nの繰返しの内の貴金属膜Nが位置するのが一般的であるが、垂直磁化膜の保磁力向上，角形性向上などのため、この基板上に形成される貴金属層は10～300 オングストローム程度の下地層としても良い。

【００１４】また最上層に磁性層が位置した場合に耐候性などの問題が有ると考えられるときは、貴金属層を最上層として追加しても良い。この場合積層膜全体としてみれば、（M／N）の繰返しに貴金属層が１層追加された形となる。

【００１５】本発明の垂直磁化膜は垂直磁気記録媒体として用いることができるが、従来に比べ磁気光学効果がより効果的に発揮できるため、高密度でしかもC／N比に優れた光磁気記録媒体として有望である。なお記録媒体としては本発明の垂直磁化膜を記録層として用い、従来の光磁気記録媒体の如く、更にバイアス磁界発生層などを付加しても良い。また本発明の垂直磁化膜をバイアス磁界発生層として用いることも可能である。

【００１６】ところで、従来、磁性金属量を多くするためには積層数を多くする手段がとられていたのだが、余り多くすると垂直磁化膜が得られなくなるため、限界があった。本発明者らは先に示した様に少ない積層数で垂直磁化膜が得られることに着目し、この垂直磁化膜ユニットを垂直磁化特性を損なうことなく積層できれば、より多くの磁性金属を含む垂直磁化膜が得られると考え、第２の発明に至った。すなわち第２の発明は、磁性層と貴金属層とが交互に積層された状態を
（M／N）$_n$
Mは磁性体，Nは貴金属，nは積層数
で表したとき、垂直磁化を有する（M／N）$_n$ の膜が非磁性層Lを介して複数層積層されていることを特徴とする垂直磁化膜である。M，Nに関しては、前述の第１の発明と同様である。

【００１７】非磁性層は、これを介して対向している垂直磁化膜の磁気的相互作用を消す機能を有しており、非磁性体であれば良い。例えば、SiO_2，Al_2O_3，各種ガラス，Pt, Pd, Au, Ag, Al, Cu, Mn, Cr, Si 等が挙げられる。膜厚は磁気的結合が遮断される10オングストローム以上程度であり、磁気光学効果を考慮すると光の損失を最低限にするため、できる限り薄いことが望ましい。また余り厚いと磁気的に一体となった積層膜としては取り扱えなくなるため、せいぜい100 オングストローム程度が限界である。好ましくは20オングストローム乃至100 オングストロームである。またこの非磁性層は、単位ユニットである（M／N）の最後の貴金属層を厚くして、非磁性層と兼用することも可能である。

【００１８】さて単位ユニットの膜厚t_M ／t_N であるが、垂直磁化膜であれば良いため、第１発明のような限定は特に必要ではない。好ましくは、$0.3 \leqq t_M / t_N \leqq 3$である。しかしながら、磁性金属量を多くするためには第１発明のような構成を採ることが好ましい。

【００１９】M／Nの繰返しが基本であるが、非磁性層として貴金属以外の層を用いた場合は、垂直磁化が得に

(M/N)n
L
(M/N).
1nm
以上
10nm
2nm
?
10nm
Ag
N
M
N
Ag

くくなるため、非磁性層が例えばCuの様に貴金属以外の場合には、必ずN層が非磁性層との界面に位置するように膜構成を制御するか、（M／N）の繰返しに更にN層を追加して磁性層が必ず貴金属層で挟まれるようにすることが好ましい。

【０ ０ ２ ０】この第２発明において、積層する垂直磁化膜の保磁力を異なえれば、多段ヒステリシスループを有する垂直磁化膜を得ることができる。この様な多段ヒステリシスループを有する垂直磁化膜を用いることにより、多値の記録やオーバーライト記録が可能となる。また本発明にかかる垂直磁化膜ではファラデー回転角が大きく、磁気記録をファラデー回転角の変化で読み出すことが好適である。

【０ ０ ２ １】

【実施例】以下に本発明の実施例を説明する。

（実施例１）図１に示したようなイオンビームスパッタリング装置を用い、磁性金属MとしてCo、貴金属NとしてPtの積層膜を、石英ガラス基板上に作製した。

【０ ０ ２ ２】製造条件は、予め4×10^{-7}torrの真空度まで排気した後、メインガン（イオンガン１）にArガス（純度99％）を分圧が1.5×10^{-4}torrになるまで導入し、Arをイオン化し、加速電圧が500 V のイオンビームとしてターゲットに照射という条件である。ターゲットとしてはCo, Pt のそれぞれの金属ターゲットを準備し、これを適宜回転することでCo/Pt の交互の積層を行った。Co層の厚さt_{Co}を５オングストローム、Pt層の厚さt_{Pt}を５オングストローム、Co/Pt の繰返し数をｎとし、ｎを変化させた結果を図２乃至図６に示す

【０ ０ ２ ３】図２は試料番号1-1(n=2)の磁化曲線を示す図である。膜面に平行に磁界を印加した場合に比べ膜面に垂直に磁界を印加した場合のほうが残留磁束密度（Mr）及び保磁力（Hc）が大きく、垂直磁化膜となっていることが分かる。

【０ ０ ２ ４】図３は積層数ｎによるカー効果測定（波長400nm)による角形性（θkr／θkf）及び保磁力（Hc）の変化を示している。図３から明らかな様に、$n\leqq5$の領域で角形性及び保磁力ともに良好であることが分かる。他の磁性金属，貴金属でも同様の傾向が見られる。

（実施例２）

【０ ０ ２ ５】実施例１と同様の方法で、t_{Pt}を４オングストローム，ｎ＝１の条件で膜厚比t_{Co}／t_{Pt}を変化させたときの角形性（θkr／θkf）を調べ、その結果を図４に示す。図４から明らかな様に、t_{Co}／$t_{Pt}\leqq3$で良好な垂直磁化が得られることが確認された。

（実施例３）

【０ ０ ２ ６】実施例１と同様の方法で、t_{Co}を５オングストローム，ｎ＝２の条件で膜厚比t_{Co}／t_{Pt}を0.5 から２の範囲で変化させたときの角形比はθkr／θkf＝１であり、良好な垂直磁化膜であった。またカー回転角（θk）とt_{Co}／t_{Pt}の関係を図５に示した。図５から明らかな様に、t_{Co}／t_{Pt}の増加に伴いθk も増加の傾向にあることが分かる

（実施例４）

【０ ０ ２ ７】図６は石英基板上にN／｛M／（N／M）n／L｝m の構成の積層膜を示した図である。すなわち、非磁性層Ｌ(Pt)上に磁性層Ｍ(Co)と貴金属層Ｎ(Pt)とのペアがｎ回繰返され、最後に磁性層Mが成膜されたユニットがm回繰返され、最上層に貴金属層Ｎが成膜されている状態を示している。磁性層ＭとしてCo，貴金属層ＮとしてPt，非磁性層ＬとしてPtを用い、上記図６の構成の垂直磁化膜を構成した。

【０ ０ ２ ８】成膜は、チャンバー内を5×10^{-6}torrまで減圧した後、Arガスを導入し、Ar分圧5×10^{-3}torrにてRFスパッタリング法により行った。なおターゲットとしてはCoとPtの２個を用意し、Coの場合は高周波出力100W, Ptの場合は50～200Wにて交互に積層した。

【０ ０ ２ ９】磁性層であるCo層の厚さt_{Co}を10オングストローム，非磁性層の厚さを100 オングストローム，積層数ｎ＝２，ｍ＝２で固定し、貴金属層の厚さt_{Pt}とを変えてカー回転角(400nm) を調べた。その結果を図７に示す。

【０ ０ ３ ０】図７から、t_{Pt}が３オングストローム、すなわちt_{Co}／t_{Pt}が３を越える領域では角形比が低下し、t_{Pt}が50オングストローム、すなわちt_{Co}／t_{Pt}が0.3 より小さい領域ではカー回転角が低下していることが分かる。

【０ ０ ３ １】t_{Pt}が、３オングストローム，５オングストローム，30オングストロームのカー回転角のヒステリシス曲線を図８(a) (b) (c) にそれぞれに示す。t_{Pt}が３オングストロームの場合は角形性が悪く、面内磁化膜であることが分かる。なおＩＢＳ法（イオンビームスパッタリング）で作製した膜も同様の結果が得られた。

（実施例５）

【０ ０ ３ ２】磁性層ＭとしてCo，貴金属層ＮとしてPd，非磁性層ＬとしてPtを用い、RFスパッタリング法で実施例４と同様に石英基板上にN／｛M／（N／M）ｎ／Ｌ｝mの構成の積層膜を作製した。t_{Pd}を５オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，非磁性層の厚さを50オングストローム，ｍ＝２と固定し、ｎを変えたときの特性を図９に示す。

【０ ０ ３ ３】図９から、ｎが５を越える領域から急激に角形比が低下し、カー回転角もｎが５以下の領域ではｎの増加に伴い順調に増加するが、それ以上では増加の度合は極度に低下する。

【０ ０ ３ ４】ｎ＝１，５，10の場合の外部磁場に対するカー回転角のヒステリシス曲線を図10(a) (b) (c) にそれぞれ示す。ｎ＝５では面内磁化の特徴が現われ始めている。

（実施例６）

【０ ０ ３ ５】磁性層ＭとしてNi，貴金属層ＮとしてAu,

非磁性層ＬとしてAgを用い、RFスパッタリング法で実施例４と同様に石英基板上にＮ／｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍの構成の積層膜を作製した。t_{Au}を10オングストローム，t_{Ni}を15オングストローム，ｍ＝５，ｎ＝２と固定し、非磁性層の厚さを変えたときの特性を図11に示す。

【００３６】図11から、t_{Ag}が10オングストローム未満の領域では、角形比が低下することが分かる。t_{Ag}が７オングストローム，10オングストローム，100オングストロームとした場合について、外部磁場に対するカー回転角のヒステリシス曲線を図12(a)(b)(c)にそれぞれ示す。t_{Ag}が７オングストロームの場合は角形性が悪く、面内磁化膜となっており、低保磁力であることが分かる。

【００３７】従ってｔAgを10オングストローム以上として積層することで、角形性を低下すること無く、保磁力を増大させ、かつ良好な磁気光学効果を得ることができることが明らかとなった。

（実施例７）

【００３８】磁性層ＭとしてCo，貴金属層ＮとしてAu，非磁性層ＬとしてAlを用い、RFスパッタリング法で実施例４と同様に石英基板上にＮ／｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍの構成の積層膜を作製した。

【００３９】ただし試料7-1 においては、t_{Al}を20オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Au}を５オングストローム，ｎ＝２，ｍ＝２とした。一方試料7-2 においては、｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍ の一層目では、t_{Al}を20オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Au}を５オングストローム，ｎ＝２と試料7-1 と同様にし、｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍ の二層目では、t_{Al}を50オングストローム，t_{Co}を10オングストローム，t_{Au}を５オングストローム，ｎ＝３とした。この試料7-1, 7-2 について外部磁場に対するカー回転角のヒステリシス曲線を図13(a)(b)にそれぞれ示す。

【００４０】図13から、両試料ともに非磁性層Alにより磁気相互作用が遮断されているため、合計のCo積層数は多いものの良好な角形性，大きなカー回転角大きな保磁力を有している。これに加えヒステリシス曲線から明らかなように、この試料7-2 では２段ヒステリシスが実現されている。これは試料7-1 で非磁性層で遮断されている積層膜は双方同一であるため全体としての保磁力は同一となるが、試料7-2の様に遮断されている積層膜が異なっている場合は、それぞれの保磁力が異なるため全体としては多段ヒステリシスを示すことになる。

【００４１】第１の積層膜が非磁性層を介して、保磁力の大きい第２の積層膜と積層されているとして、その場合のヒステリシス曲線を図14に模式的に示す。飽和状態(A)から磁場を減少し更に逆方向の磁場を印加していく場合を考えると、飽和状態では第１，第２の積層膜ともに磁化が同じ向きに揃っているが、まず保磁力の小さい第１の積層膜で磁化反転が生じる(B)。更に進むと今度は保磁力の大きい第２の積層膜で磁化反転が生じ、当初とは逆の向きに磁化が揃うことになる(C)。また磁場を弱めて逆転させていくと、まず保磁力の小さい第１の積層膜で磁化の反転が生じ(D)、続いて第２の積層膜の磁化が反転して(A) の状態に戻る。

【００４２】例えば、図14において$H_e > H_A$ なる外部磁場を印加した後に磁場を解除すれば無磁場状態で磁化M_A を保持し、更に$H_C < H_e < H_B$ なる外部磁場を印加した後に磁場を解除すれば磁化M_B を保持し、$H_e < H_C$ なる外部磁場を印加した後に磁場を解除すれば磁化M_C を保持し、$H_D < H_e < H_A$ なる外部磁場を印加した後に磁場を解除すれば、磁化M_D を保持する。この様に印加磁場によって複数の磁化の値を安定に持つことができ、多値記録が可能となる。

【００４３】また多段階の反転磁界を有することから、各々の積層膜の保磁力，キュリー点，補償点などを制御し、一方の積層膜をバイアス磁界発生用として用い、他方の膜を記録層として用いるなどして、オーバーライト記録も可能である（特開平2-230532号，特開昭62-154347 号参照）。また別途バイアス磁界発生層を追加しても良いことはいうまでもない。

（実施例８）

【００４４】磁性層ＭとしてCo，貴金属層ＮとしてPd，非磁性層ＬとしてPtを用い、RFスパッタリング法で実施例４と同様に石英基板上にＮ／｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍの構成の積層膜を作製した。

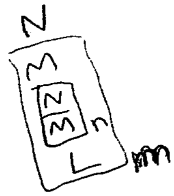
【００４５】ただし試料8-1 においては、t_{Pt}を30オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Pd}を10オングストローム，ｎ＝３，ｍ＝３とした。一方試料8-2 においては、｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍ の一層目では、t_{Pt}を70オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Pd}を10オングストローム，ｎ＝３とし、｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍ の二層目では、t_{Pt}を50オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Pd}を８オングストローム，ｎ＝２とし、｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍ の三層目では、t_{Pt}を30オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Pd}を15オングストローム，ｎ＝３とした。

【００４６】この試料8-1, 8-2 について外部磁場に対するカー回転角のヒステリシス曲線を図15(a)(b)に示す。図から明らかなように試料8-1, 8-2 ともに良好な垂直磁化膜であるが、試料8-2 では３段ヒステリシスが得られていることが分かる。

（実施例９）

【００４７】磁性層ＭとしてCo，貴金属層ＮとしてPt，非磁性層ＬとしてCuを用い、RFスパッタリング法で実施例４と同様に石英基板上にＮ／｛Ｍ／（Ｎ／Ｍ）ｎ／Ｌ｝ｍの構成の積層膜を作製した。

【００４８】ただし試料9-1 においては、t_{Cu}を15オン



グストローム，t_{Co}を10オングストローム，t_{Pt}を10オングストローム，n＝4，m＝4とした。一方試料9-2においては，{M／（N／M）n ／L}m の一層目では，t_{Cu}を50オングストローム，t_{Co}を10オングストローム，t_{Pt}を10オングストローム，n＝4とし，{M／（N／M）n ／L}m の二層目では，t_{Cu}を50オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Pt}を８オングストローム，n＝２とし，{M／（N／M）n ／L}の三層目では，t_{Cu}を50オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Pt}を５オングストローム，n＝２とし，{M／（N／M）n ／L}m の四層目ではt_{Cu}を50オングストローム，t_{Co}を５オングストローム，t_{Pt}を10オングストローム，n＝1とした。

【００４９】この試料9-1, 9-2 について外部磁場に対するカー回転角のヒステリシス曲線を図16(a)(b)に示す。図から明らかなように試料9-1, 9-2 ともに良好な垂直磁化膜であるが，試料9-2 では４段ヒステリシスが得られていることが分かる。

（実施例10）本発明にかかる垂直磁化膜では磁気光学効果でも特にファラデー効果が大きく，本実施例でこの点を明らかにする。

【００５０】実施例１で作製したt_{Co}を５オングストローム，膜厚比t_{Co}／t_{Pt}を１，積層数ｎの垂直磁化膜の，積層数ｎと磁気偏光回転角（400nm）との関係を調べた結果を図17に示す。

【００５１】図から明らかな様に，ファラデー回転角が大きく，積層数ｎの増加に伴い磁気偏光回転角も増加の傾向にあることが分かる。また光の入射は基板側から行ったが，垂直磁化膜の最上層に500 オングストロームのAu層を反射層として形成した場合は約２倍の磁気偏光回転角が得られた。なお全膜厚500 オングストロームまでは磁気偏光回転角は増加したが，それ以上ではほぼ飽和してしまった（図18）。

（実施例11）

【００５２】先に示した様に，N／{M／（N／M）n ／L}m の構成の積層膜では，垂直磁化の状態を保ちながら膜厚が厚くできるため，磁気光学効果でもファラデー効果において優位となる。すなわち本発明によれば実質的に磁性層の膜厚が厚い状態でも垂直磁化が保たれるため，光が透過できる範囲でできる限り磁性層の合計膜厚を厚くすることで，ファラデー回転角が大きくなる。

【００５３】磁性層ＭをCo（５オングストローム），貴金属層ＮをPt，非磁性層ＬをPt（20オングストローム）とし，t_{Pt}を変えてN／{M／（N／M）n ／L}m の積層膜を作製した。なおｎ＝３とし，膜厚が全体で約200 オングストロームとなるようにｍを調整した。t_{Pt}が３乃至15オングストロームで変化させたが，いずれも垂直磁化膜が得られた。

【００５４】図19にt_{Pt}とθf(400nm)の関係を示した。貴金属の膜厚t_{Pt}が薄いほど，すなわち全体のCo量が多いほどファラデー回転角が大きく，最大１度に達していることが分かる。

【００５５】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば，良好な垂直磁化膜を得ることができる。従って光磁気記録媒体などの磁気記録媒体としての応用などに貢献するところ大である。

【００５６】また非磁性層を介して垂直磁化膜を積層することで積層膜全体としての磁性層の占める割合を大きくできるため，磁気光学効果，特にファラデー効果を利用した場合に有利である。

【図面の簡単な説明】

【図１】　イオンビームスパッタリング装置の概略図

【図２】　磁化曲線図

【図３】　積層数と角形比及び保磁力との関係を示す特性図

【図４】　ＣｏとＰｔの膜厚比と角形比との関係を示す特性図

【図５】　ＣｏとＰｔの膜厚比とカー回転角との関係を示す特性図

【図６】　積層膜の概略構成図

【図７】　Ｐｔの膜厚と角形比及び保磁力との関係を示す特性図

【図８】　ヒステリシス曲線を示す特性図

【図９】　積層数と角形比及びカー回転角との関係を示す特性図

【図１０】　ヒステリシス曲線を示す特性図

【図１１】　Ａｇの膜厚と角形比との関係を示す特性図

【図１２】　ヒステリシス曲線を示す特性図

【図１３】　ヒステリシス曲線を示す特性図

【図１４】　現象説明のためのヒステリシス曲線図

【図１５】　ヒステリシス曲線を示す特性図

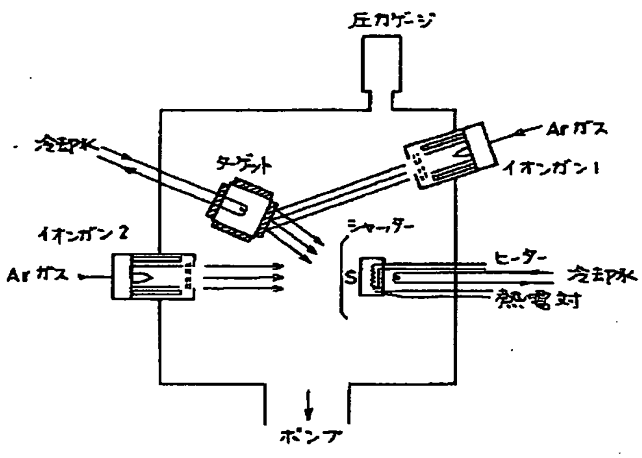
【図１６】　ヒステリシス曲線を示す特性図

【図１７】　積層数と磁気偏光回転角との関係を示す特性図

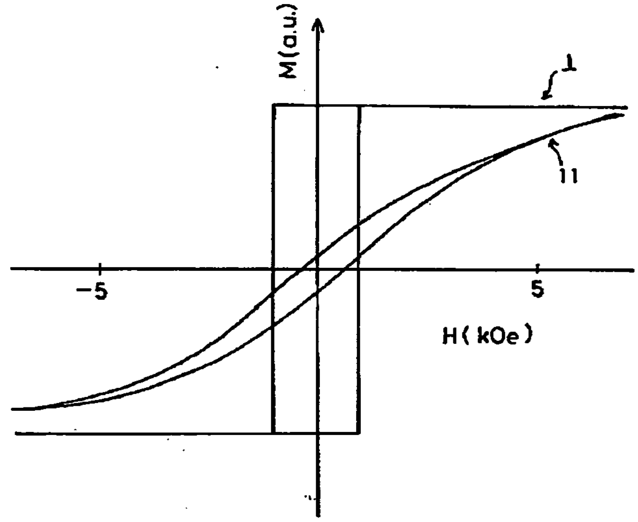
【図１８】　膜厚と磁気偏光回転角との関係を示す特性図

【図１９】　貴金属層の膜厚と磁気偏光回転角との関係を示す特性図

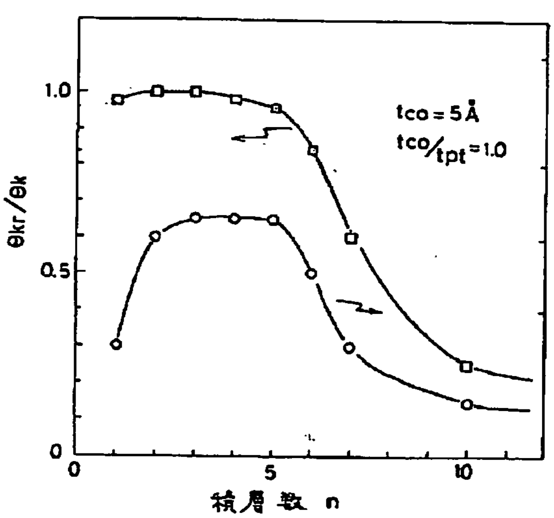
【図１】


圧力ゲージ
冷却水
ターゲット
Arガス
イオンガン１
イオンガン２
シャッター
Arガス
ヒーター
冷却水
S
熱電対
ポンプ

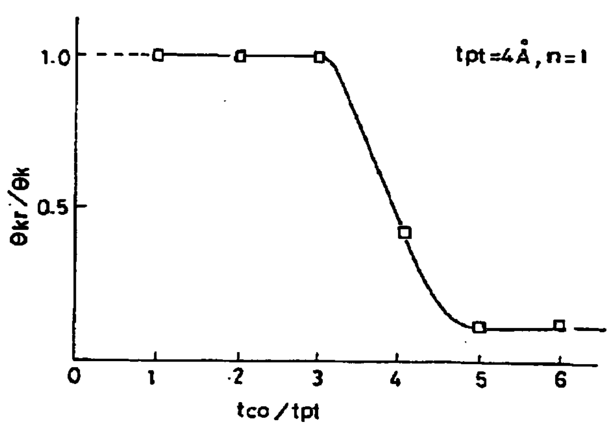
【図２】


M(a.u.)
1
11
−5
5
H(kOe)

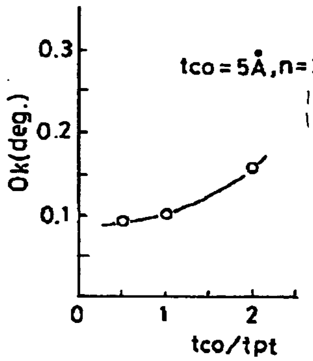
【図３】


θkr/θk
Hc(kOe)
1.0
0.5
0
2.0
1.0
tco=5Å
tco/tpt=1.0
0
5
10
積層数 n

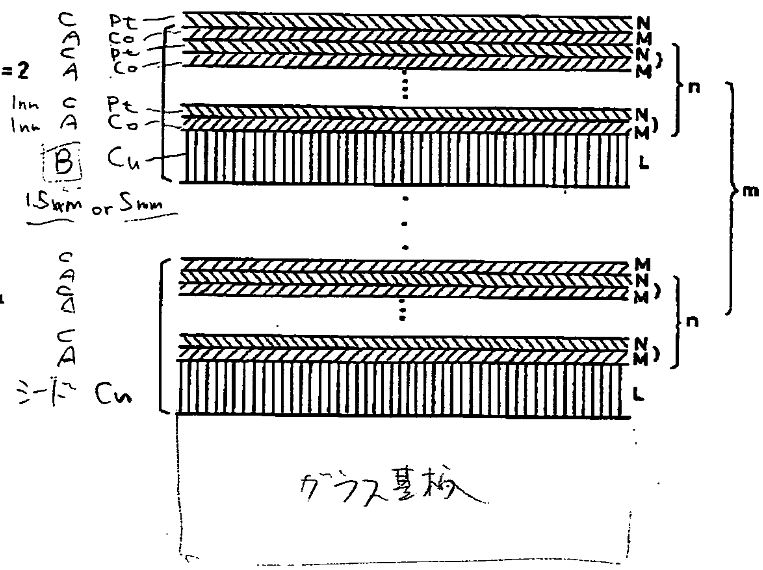
【図４】


θkr/θk
1.0
0.5
tpt=4Å, n=1
0
1
2
3
4
5
6
tco/tpt

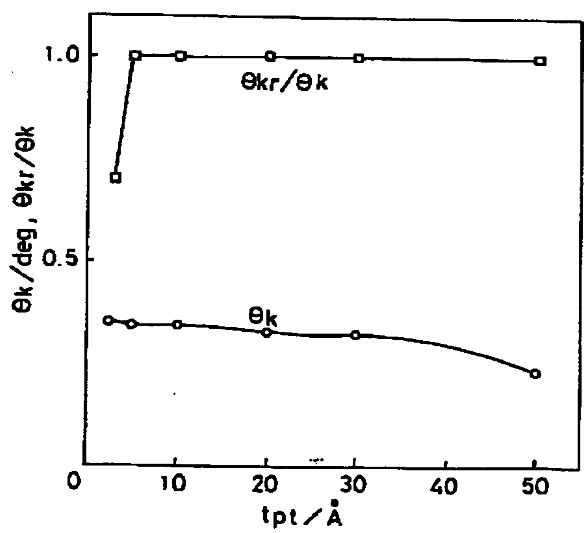
【図5】


tco=5Å,n=2
θk(deg.)
0.3
0.2
0.1
0
1
2
tco/tpt

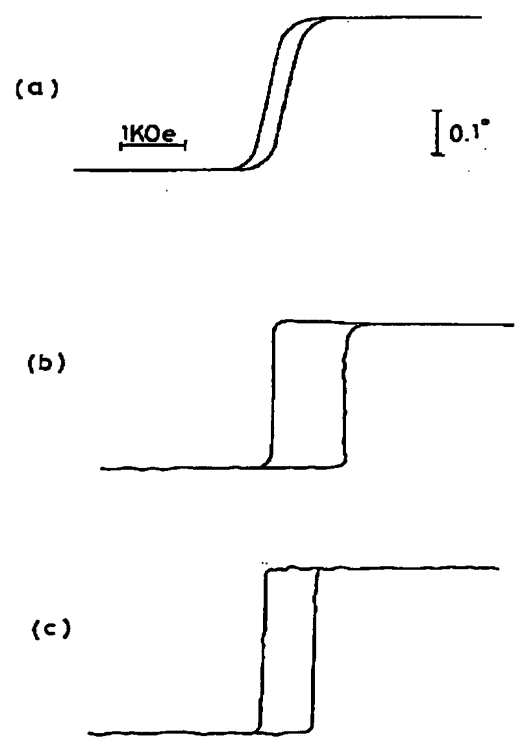
【図6】


Pt
Co
Pt
Co
Pt
Co
Cu
N
M
N
M
N
M
L
n
m
M
N
M
N
M
L
n
1.5nm or 5nm
シード Cu
グラス基板

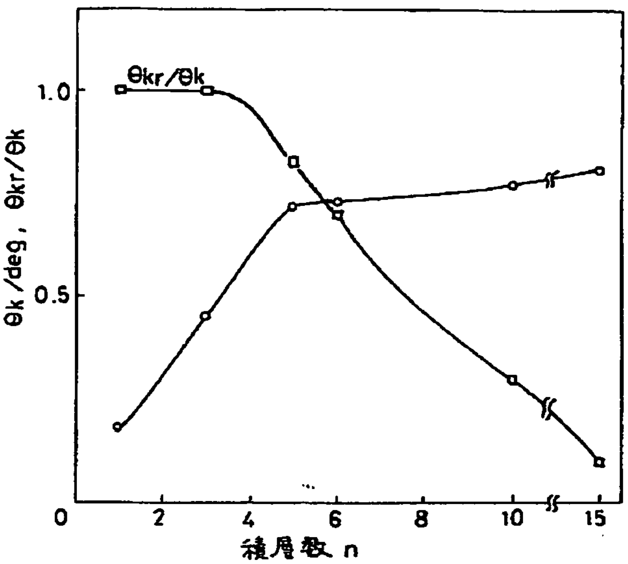
【図7】


1.0
0.5
0
10
20
30
40
50
θkr/θk
θk
θk/deg, θkr/θk
tpt／Å

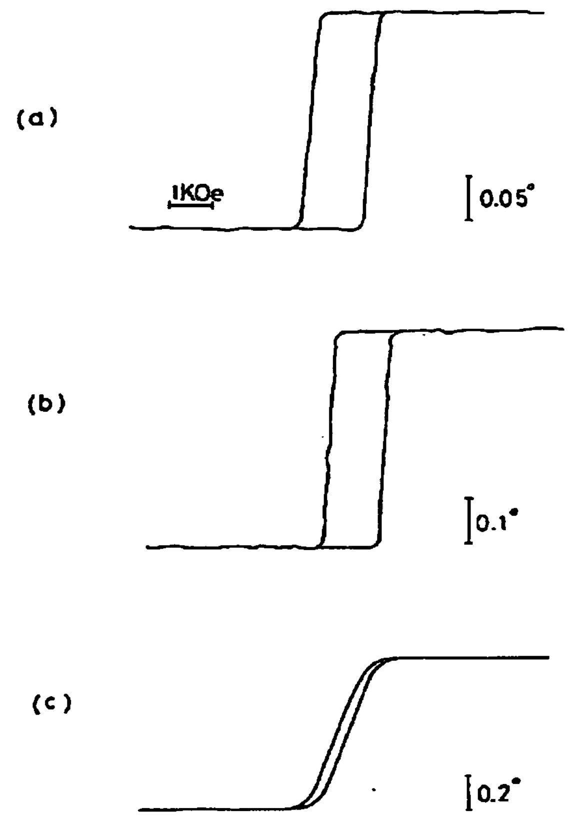
【図8】


(a)
1KOe
0.1°
(b)
(c)

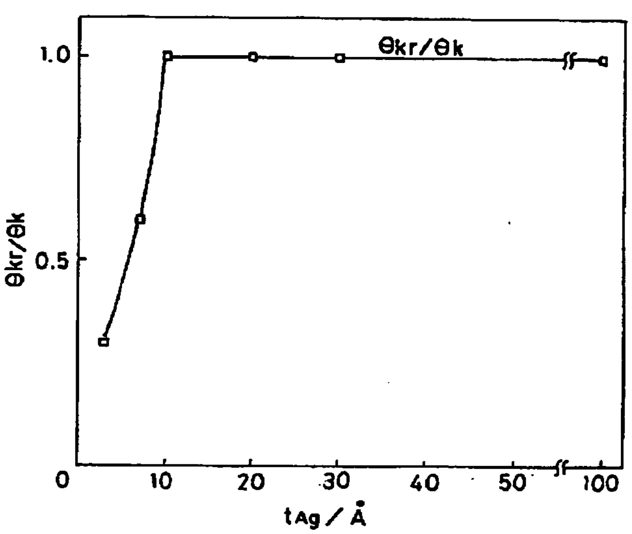
【図9】



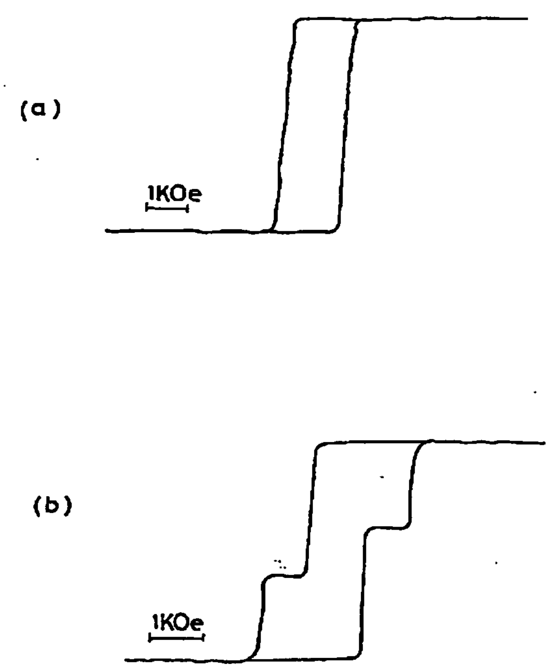
【図10】



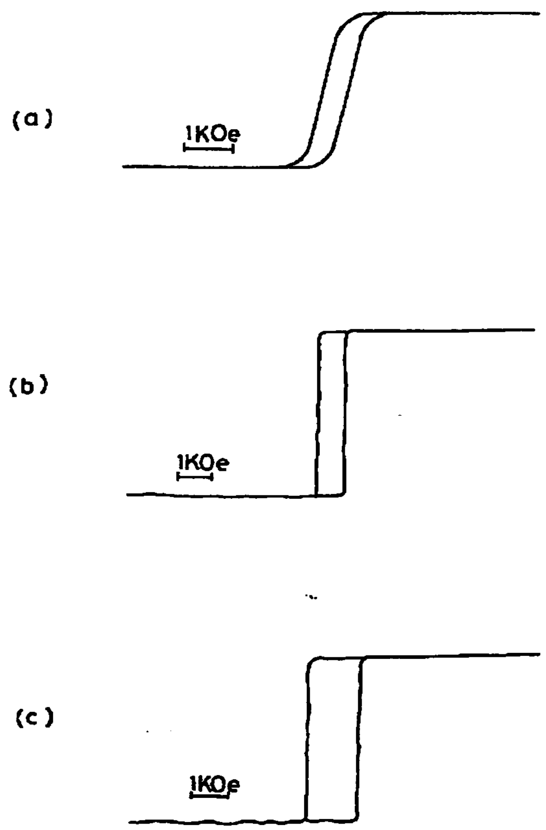
【図11】



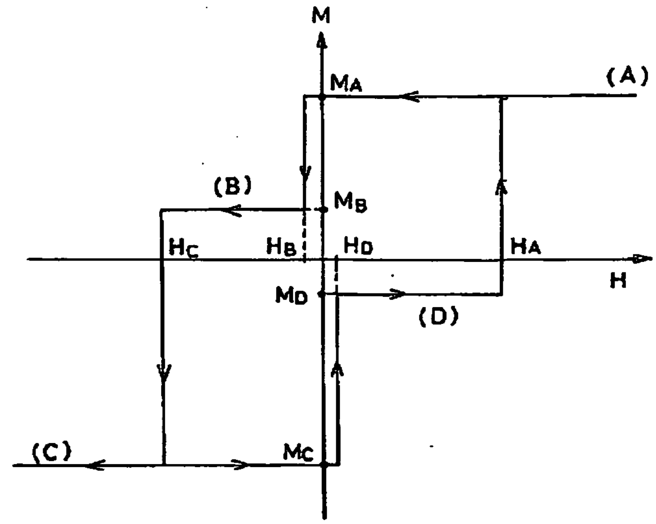
【図13】



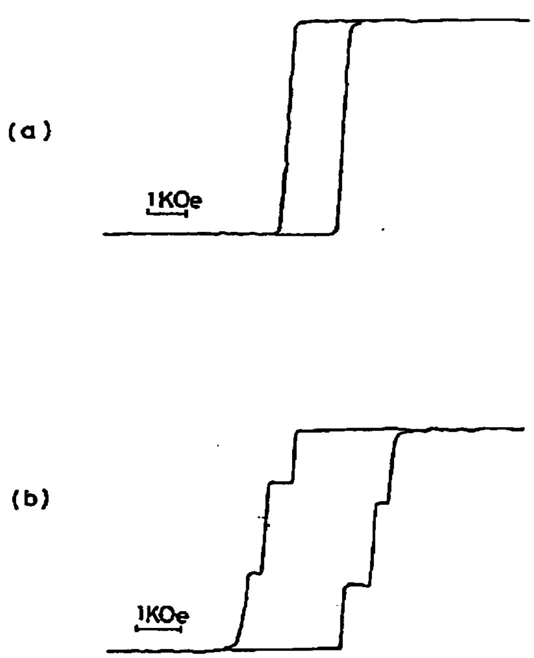
【図１２】



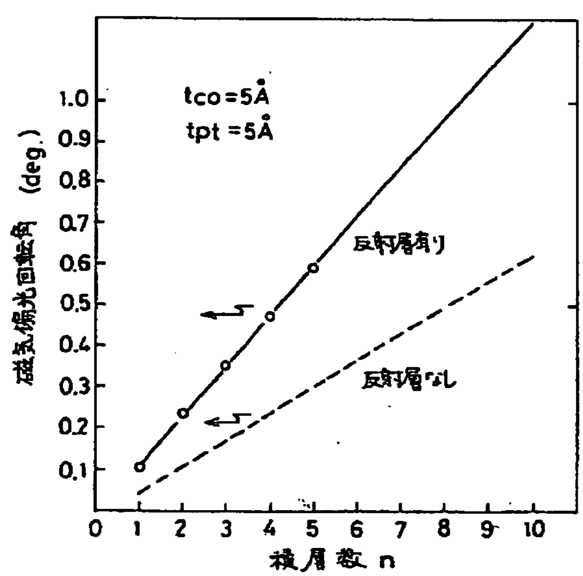
【図１４】



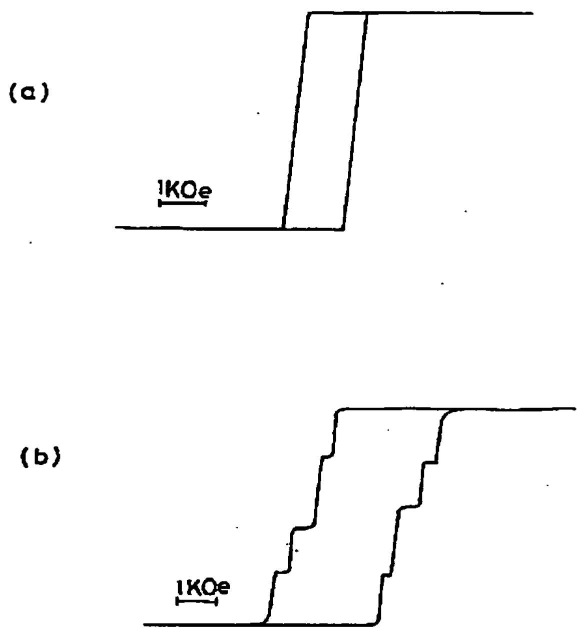
【図１５】



【図１７】

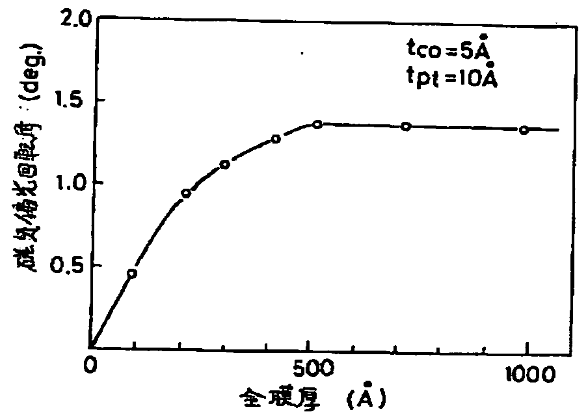


【図１６】



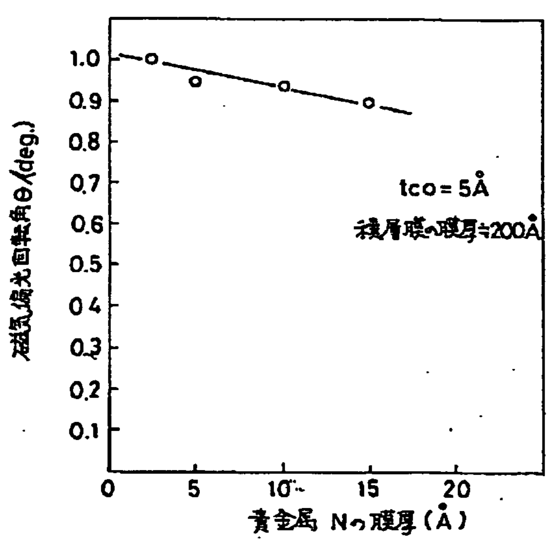
(a)
1KOe
(b)
1KOe

【図１８】



tco=5Å
tpt=10Å
磁気偏光回転角 (deg.)
2.0
1.5
1.0
0.5
0
500
1000
全膜厚 (Å)

【図１９】



磁気偏光回転角θk(deg.)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
tco=5Å
積層膜の膜厚≒200Å
0
5
10
15
20
貴金属 Nの膜厚(Å)

【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第６部門第４区分
【発行日】平成１１年（１９９９）１１月３０日

【公開番号】特開平５−６７３２２
【公開日】平成５年（１９９３）３月１９日
【年通号数】公開特許公報５−６７４
【出願番号】特願平４−４５８６８
【国際特許分類第６版】
G11B　5/66
【ＦＩ】
G11B　5/66

【手続補正書】
【提出日】平成１１年２月２５日
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】特許請求の範囲
【補正方法】変更
【補正内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】　磁性層とPt、Pd、Ru、Ag及びこれらの複合系のうちの１種を用いた貴金属層とが積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎは貴金属、ｎは積層数で表したとき、１≦ｎ≦５かつ（Ｍ／Ｎ）ｎ の膜厚が５０オングストローム未満であることを特徴とする垂直磁化膜。
【請求項２】　磁性層と貴金属層とが交互に積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎは貴金属、ｎは積層数で表し、１層当たりの膜厚比を
（tM／tN）
tMは磁性層の厚さ
tNは貴金属層の厚さ
で表したとき、１≦ｎ≦５かつ０．６≦ tM ／tNの条件を満足することを特徴とする請求項１記載の垂直磁化膜。
【請求項３】　磁性層と貴金属層とが交互に積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎは貴金属、ｎは積層数で表し、１層当たりの膜厚比を
（tM／tN）
tMは磁性層の厚さ
tNは貴金属層の厚さ
で表したとき、１≦ｎ≦５かつ０．６≦ tM ／tNの条件を満足することを特徴とする垂直磁化膜。
【請求項４】　磁性層と貴金属層とが交互に積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎは貴金属、ｎは積層数で表し、１層当たりの膜厚比を
（tM／tN）
tMは磁性層の厚さ
tNは貴金属層の厚さ
で表したとき、２≦ tM ≦１６（オングストローム）かつ２≦ tN ≦１６（オングストローム）かつ（Ｍ／Ｎ）ｎ の膜厚が５０オングストローム未満の条件を満足することを特徴とする垂直磁化膜。
【請求項５】　磁性層と貴金属層とが積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎは貴金属、ｎは積層数で表したとき、垂直磁化を有する（Ｍ／Ｎ）ｎ の膜が非磁性層を介して複数層積層されていることを特徴とする垂直磁化膜。
【請求項６】　異なる保持力を有する（Ｍ／Ｎ）ｎ の膜が積層されていることを特徴とする請求項５記載の垂直磁化膜。
【請求項７】　前記貴金属層にPt、Pd、Ru、Au、Ag及びこれらの複合系のうちの１種を用いたことを特徴とする請求項３乃至６記載の垂直磁化膜。
【請求項８】　請求項１乃至７記載の垂直磁化膜を記録層としたことを特徴とする磁気記録媒体。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０００８
【補正方法】変更
【補正内容】
【０００８】すなわち第１発明は、磁性層とPt、Pd、Ru、Ag及びこれらの複合系のうちの１種を用いた貴金属層とが積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎは貴金属、ｎは積層数で表したとき、１≦ｎ≦５かつ（Ｍ／Ｎ）ｎ の膜厚が５０オングストローム未満の条件を満足することを特徴とする垂直磁化膜で

ある。ここで磁性体Ｍとしては磁性金属であるCoが代表的であるが、他にFe、Ni等が挙げられる。もちろんこれらの複合系でも構わない。また貴金属ＮとしてはPtが代表的であるが、他にPd、Ru、Ag等が挙げられ、これも複合系でも構わない。（Ｍ／Ｎ）ｎ の膜厚が５０オングストローム以上だと垂直磁化膜が得にくくなる。好ましくは３０オングストローム以下である。

【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０００９
【補正方法】変更
【補正内容】
【０００９】また第２発明は、磁性層と貴金属層とが交互に積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎ貴金属、ｎは積層数で表し、１層当たりの膜厚比を
（tM／tN）
tMは磁性層の厚さ
tNは貴金属層の厚さ
で表したとき、１≦ｎ≦５かつ０．６≦ tM ／tNの条件を満足することを特徴とする垂直磁化膜である。tM／tNを０．６以上に設定することで、垂直磁化膜の保持力を向上することができる。また従来に比べ単位厚さ当たりの磁性金属量が多くなり、それに伴い磁気光学効果の向上が達成され、かつ貴金属量が低下することになるため、膜コストが低下する。なお、膜厚にもよるが、余り磁性金属の比率が高くなると垂直磁化が達成し難くなるため、 tM ／tNは３以下であることが好ましい。

【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１０
【補正方法】変更
【補正内容】
【００１０】また第３発明は、磁性層と貴金属層とが交互に積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎは貴金属、ｎは積層数で表し、１層当たりの膜厚比を
（tM／tN）
tMは磁性層の厚さ
tNは貴金属層の厚さ
で表したとき、２≦ tM ≦１６（オングストローム）かつ２≦ tN ≦１６（オングストローム）かつ（Ｍ／Ｎ）ｎ の膜厚が５０オングストローム未満の条件を満足することを特徴とする垂直磁化膜である。磁性金属１層の厚さtMであるが、余り厚いと垂直磁化の達成が困難であるため、１６オングストローム以下が好ましい。また余り薄すぎると良好な磁性を示さないため、最低でも２オングストロームはあった方が良い。さらには３≦tM≦１５（オングストローム）であることが好ましい。

【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１１
【補正方法】変更
【補正内容】
【００１１】また貴金属１層の厚さtNであるが、余り薄すぎると垂直磁化の達成が困難であり、最低でも２オングストロームはあった方が良い。また積層時に磁性金属層間に挟まれる貴金属層の厚さは、磁性金属層間の磁気的カップリングを疎外しない程度、すなわち１６オングストローム以下程度が好ましい。さらには３≦tN≦１５（オングストローム）であることが好ましい。

【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１６
【補正方法】変更
【補正内容】
【００１６】ところで、従来、磁性金属量を多くするためには積層数を多くする手段がとられていたのだが、余り多くすると垂直磁化膜が得られなくなるため、限界があった。本発明者らは先に示した様に少ない積層数で垂直磁化膜が得られることに着目し、この垂直磁化膜ユニットを垂直磁化特性を損なうことなく積層できれば、より多くの磁性金属を含む垂直磁化膜が得られると考え、第４の発明に至った。すなわち第４の発明は、磁性層と貴金属層とが積層された状態を
（Ｍ／Ｎ）ｎ
Ｍは磁性体、Ｎは貴金属、ｎは積層数で表したとき、垂直磁化を有する（Ｍ／Ｎ）ｎ の膜が非磁性層を介して複数層積層されていることを特徴とする垂直磁化膜である。Ｍ、Ｎに関しては、前述の第１乃至３の発明と同様であることが好ましい。第２乃至第４の発明において、磁性体Ｍとしては磁性金属であるCoが代表的であるが、他にFe、Ni等が挙げられる。もちろんこれらの複合系でも構わない。また貴金属ＮとしてはPtが代表的であるが、他にPd、Ru、Au、Ag等が挙げられ、これも複合系でも構わない。

【手続補正７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１７
【補正方法】変更
【補正内容】

A M CoNiFe
C N PtPd
B 非 AuAgCu
A M
C N

【００１７】非磁性層Ｌは、これを介して対向している垂直磁化膜の磁気的相互作用を消す機能を有しており、非磁性体であれば良い。例えば、SiO_2、Al_2O_3、各種ガラス、Pt、Pd、Au、Ag、Al、Cu、Mn、Cr、Si等が挙げられる。膜厚は磁気的結合が遮断される１０オングストローム以上程度であり、磁気光学効果を考慮すると光の損失を最低限にするため、できるかぎり薄いこ

とが望ましい。また余り厚いと磁気的に一体となった積層膜としては取り扱えなくなるため、せいぜい１００オングストローム程度が限界である。好ましくは２０オングストローム乃至１００オングストロームである。またこの非磁性層は、単位ユニットである（Ｍ／Ｎ）の最後の貴金属層を厚くして、非磁性層と兼用することも可能である。

【手続補正８】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００２０

【補正方法】変更

【補正内容】

【００２０】この第４発明において、積層する垂直磁化膜の保持力を異ならせれば、多段ヒステリシスループを有する垂直磁化膜を得ることができる。この様な多段ヒステリシスループを有する垂直磁化膜を用いることにより、多値の記録やオーバーライト記録が可能となる。また本発明にかかる垂直磁化膜ではファラデー回転角が大きく、磁気記録をファラデー回転角の変化で読み出すことが好適である。

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-067322
(43)Date of publication of application : 19.03.1993

(51)Int.CI. G11B 5/66

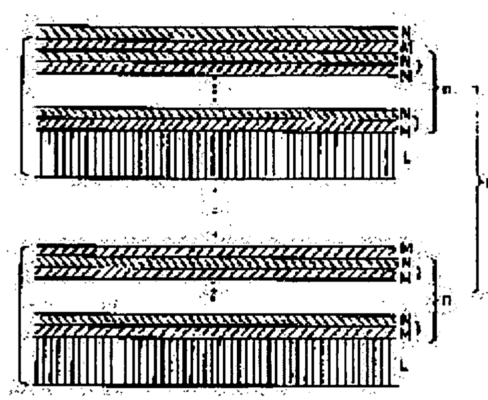
(21)Application number : 04-045868
(22)Date of filing : 04.03.1992

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
(72)Inventor : HASHIMOTO SUSUMU
YUZUSU KEIICHIROU
INOMATA KOICHIRO

(30)Priority
Priority number : 03 37111 Priority date : 04.03.1991 Priority country : JP

(54) PERPENDICULAR MAGNETIZATION FILM AND MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:
PURPOSE: To obtain an excellent perpendicular magnetization film by laminating a specified number of laminated layers of a magnetic layer and a noble metallic layer and allowing the film thickness to be less than a specified thickness.
CONSTITUTION: The magnetic layer M and the noble metallic layer N are alternately laminated and when the laminated number is n and the laminated state is expressed in a formula I, an n value is made to 1≤n≤5 and a film thickness of (M/N)n is made to ≤50Å. Besides when a thickness of the magnetic layer M is tM, and a thickness of the noble metallic layer N is tN, a value of a film thickness ratio (tM/tN) per one layer is made to 0.6≤tM/tN. Thus by laminating the perpendicular magnetization film via a nonmagnetic layer, a ratio being occupied with the magnetic layer as the whole laminated film becomes larger, so the film is favorable in the case using a magneto-optical effect, especially a Faraday effect.



$(M/N)_n$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.02.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3150401
[Date of registration] 19.01.2001
[Number of appeal against examiner's decision of

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] When noble metals express the magnetic substance and N and, as for nM (M/N), n expresses with the number of laminatings the condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out, they are 1<=n<=5 and (M/N) n. Perpendicular magnetic anisotropy films characterized by thickness being less than 50A.
[Claim 2] Noble metals express the magnetic substance and N, n expresses with the number of laminatings the condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns, and nM (M/N) is a thickness ratio per layer (tM/tN).
tM Thickness tN of a magnetic layer When expressed with the thickness of a noble-metals layer, they are 1<=n<=5 and 0.6 <=tM / tN. Perpendicular magnetic anisotropy films according to claim 1 characterized by satisfying conditions.
[Claim 3] Noble metals express the magnetic substance and N, n expresses with the number of laminatings the condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns, and nM (M/N) is a thickness ratio per layer (tM/tN).
tM Thickness tN of a magnetic layer When expressed with the thickness of a noble-metals layer, they are 2 <=tM <=16 (angstrom), 2 <=tN <=16 (angstrom), and (M/N) n. Perpendicular magnetic anisotropy films characterized by thickness satisfying less than 50A conditions.
[Claim 4] It is n which has perpendicular magnetization when noble metals express the magnetic substance and N and, as for nM (M/N), n expresses with the number of laminatings the condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out (M/N). Perpendicular magnetic anisotropy films characterized by carrying out two or more layer laminating of the film through a non-magnetic layer.
[Claim 5] n which has different coercive force (M/N) Perpendicular magnetic anisotropy films according to claim 4 characterized by carrying out the laminating.
[Claim 6] The magnetic-recording medium characterized by using perpendicular magnetic anisotropy films according to claim 1 to 5 as a record layer.

[Translation done.]

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Industrial Application] This invention relates to the magnetic-recording medium using the suitable perpendicular magnetic anisotropy films and suitable it for magnetic-recording media, such as a magneto-optic-recording medium and a vertical-magnetic-recording medium.
[0002]
[Description of the Prior Art] Generally, since the perpendicular magnetic anisotropy films which have an easy axis in the perpendicular direction to a film surface can record information at a spot several micrometers or less and can read the information by irradiating light beams, such as laser light, using the magneto-optical effects, such as the Kerr effect, they are effective as a record medium of high density. As such a record medium, it is rare earth, such as compound single crystal thin films, such as polycrystal film, such as MnBi, and GdIG (gadolinium iron garnet), and Tb-Fe. - There is an iron-group amorphous thin film etc. However, manufacturability and S/N There are merits and demerits about a ratio etc., respectively, and the further amelioration is desired.
[0003] Recently, it is several 100 at the period of several angstrom order of Co and Pt (or Pd) as new perpendicular magnetic anisotropy films. The so-called artificial grid film which carried out the angstrom laminating attracts attention. this cascade screen -- 400nm from -- 500nm ** -- the magneto-optical effect in the short wavelength field to say is large, and is expected as a high density record medium corresponding to short wavelength.
[0004]
[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, although it is cascade screens, such as Co/Pt promising as perpendicular magnetic anisotropy films, since it is magnetic metals which are directly contributed to the magneto-optical effect, such as Co, when increase of the magneto-optical effects, such as a car angle of rotation, is considered, more possible ones are desirable [the amount of Co(es) which is a magnetic metal]. Therefore, Co/Pt of a cascade screen When a thickness ratio is expressed as tCo/tPt, the larger possible one of the value of tCo/tPt is desirable.
[0005] However, this value is one half. If it exceeds and becomes large, a remanence ratio will fall, and there is a problem that good perpendicular magnetic anisotropy films are not obtained (J. Appl.Phys.67(4), p2136 (1990)). Therefore, Co/Pt In the cascade screen of the magnetic metal / noble-metals system represented, the present condition is that the perpendicular magnetic anisotropy films with many amounts of magnetic metals are not obtained.
[0006] Perpendicular magnetic anisotropy films generally according to the artificial grid film are several 100. Although an angstrom extent laminating is carried out and it realizes, in the thick field of the thickness of Co, it is obtained, and there are no perpendicular magnetic anisotropy films and the purport publication is carried out, for example as shown in JP,2-56752,A. This has the clear field of the upper left in Fig. 6 of this official report, Fig. 15, Fig. 17, and Fig. 19 also from considering as the field where perpendicular magnetic anisotropy films are not obtained. This invention was made in consideration of the above point, and aims to let the amount of magnetic metals offer the perpendicular magnetic anisotropy films which can show many [and] good perpendicular magnetization properties.
[0007]
[Means for Solving the Problem and its Function] this invention persons are magnetic metals (M). /noble metals (N) It is the perpendicular magnetic anisotropy films of a system, and examined whether the amount of magnetic metals could be increased somehow. At this kind of cascade screen, it is Co/Pt, for example. Several 10 times and all thickness are a repetition Several 100 Although having considered as an ONGU storm was commonsense, it is Co/Pt daringly. The film property in the condition of having limited the repetition to several times was investigated. Consequently, it is Co/Pt also in a condition with many amounts of magnetic metals to a surprising thing. When reduced the repeat count and thickness of a cascade screen was made thin, it found out that perpendicular magnetic anisotropy films were obtained.

[0008] That is, noble metals express the magnetic substance and N, n expresses with the number of laminatings the condition that, as for the 1st invention, the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns, and n M (M/N) is a thickness ratio per layer (tM/tN).
tm Thickness tn of a magnetic layer When expressed with the thickness of a noble-metals layer, they are 1<=n<=5 and (M/N) n. They are the perpendicular magnetic anisotropy films characterized by thickness satisfying less than 50A conditions. although Co which is a magnetic metal as the magnetic substance M here is typical -- others -- Fe and nickel etc. -- it is mentioned. Of course, these multicomputer systems are sufficient. moreover -- although Pt is typical as noble metals N -- others -- Pd, Ru, Au, and Ag etc. -- it may be mentioned and a multicomputer system is sufficient also as this.
(M/N) n If thickness exceeds 50A, it will be hard coming to obtain perpendicular magnetic anisotropy films. It is 30A or less preferably.
[0009] Moreover, tM/tN By setting or more to 0.6, the coercive force of perpendicular magnetic anisotropy films can be improved. Moreover, since the amount of magnetic metals per unit thickness will increase compared with the former, and improvement in the magneto-optical effect will be attained in connection with it and the amount of noble metals will fall, film cost falls. In addition, since it will be hard coming to attain perpendicular magnetization if the ratio of a magnetic metal becomes high not much although based also on thickness, they are tM/tN. It is desirable that it is three or less.
[0010] in addition, thickness tM of one layer of magnetic metals it is -- although -- when not much thick, achievement of perpendicular magnetization is difficult and 16A or less is desirable. Moreover, it is better for there to be 2A also at the lowest, in order not to show good magnetism, if too not much thin. further -- 3 <=tM <=15 (angstrom) -- a certain thing is desirable.
[0011] moreover, thickness tN of one layer of noble metals it is -- although -- it is better for achievement of perpendicular magnetization to be difficult if too not much thin, and for there to be 2A also at the lowest. Moreover, extent which does not alienate magnetic coupling between magnetic metal layers of the thickness of the noble-metals layer pinched between magnetic metal layers at the time of a laminating, i.e., 16A or less extent, is desirable. further -- 3 <=tN <=15 (angstrom) -- a certain thing is desirable.
[0012] Now, M/N Although it is the several n laminating of a repetition, it is a field with few amounts of magnetic metals, tM/tN <=0.5 [i.e.,], like the former. It is tM/tN >=0.6 although at least several ten repetitions can attain perpendicular magnetization by the film [like]. When there are many amounts of magnetic metals, since a remanence ratio falls and good perpendicular magnetic anisotropy films are no longer obtained, in many laminatings like before, n needs to be five or less.
[0013] the perpendicular magnetic anisotropy films of this invention -- for example, a substrates top, such as glass and resin, -- the various sputtering methods, such as the usual thin film formation approach, for example, RF, and an ion beam, vacuum deposition, and MBE -- it can create by law etc. The noble-metals layer which is formed on this substrate for the reason on the improvement in coercive force of perpendicular magnetic anisotropy films and a square shape disposition etc. although it is common on a substrate that the noble-metals film N of the repetitions of M/N is located is 10-300. It is good also as a substrate layer of angstrom extent.
[0014] Moreover, when a magnetic layer is located in the maximum upper layer and it is thought that there are problems, such as weatherability, a noble-metals layer may be added as the maximum upper layer. In this case, if it sees as the whole cascade screen, it will become the form where one layer of noble-metals layers was added to the repetition of (M/N).
[0015] Although they can be used as a vertical-magnetic-recording medium, since the magneto-optical effect can demonstrate the perpendicular magnetic anisotropy films of this invention more effectively compared with the former, they are high-density and promising as a magneto-optic-recording medium which was moreover excellent in the C/N ratio. In addition, as a record medium, a bias field generating layer etc. may be further added like the conventional magneto-optic-recording medium, using the perpendicular magnetic anisotropy films of this invention as a record layer. Moreover, it is also possible to use the perpendicular magnetic anisotropy films of this invention as a bias field generating layer.
[0016] By the way, in order to make [many] the amount of magnetic metals conventionally, the means which make [many] the number of laminatings were taken, but since perpendicular magnetic anisotropy films would no longer be obtained if it is made [many / not much], there was a limitation. When the laminating of this perpendicular-magnetic-anisotropy-films unit could be carried out paying attention to the thing which were shown previously and which is acquired for perpendicular magnetic anisotropy films with the small number of laminatings like, without spoiling a perpendicular magnetization property, this invention persons thought that the perpendicular magnetic anisotropy films

containing more magnetic metals were obtained, and resulted in the 2nd invention. That is, n M (M/N) is n which has perpendicular magnetization when noble metals express the magnetic substance and N and n expresses with the number of laminatings the condition that, as for the 2nd invention, the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns (M/N). They are the perpendicular magnetic anisotropy films characterized by carrying out two or more layer laminating of the film through a non-magnetic layer L. About M and N, it is the same as that of the 1st above-mentioned invention.

[0017] The non-magnetic layer has the function to erase the magnetic interaction of the perpendicular magnetic anisotropy films which have countered through this, and should just be non-magnetic material. for example, SiO2, aluminum 2O3, various glass, and Pt, Pd, Au, Ag, aluminum, Cu, Mn, Cr and Si etc. -- it is mentioned. Thickness is 10A or more extent by which magnetic association is intercepted, and if the magneto-optical effect is taken into consideration, in order that it may make loss of light minimum, its thing thin as much as possible is desirable. Moreover, since it becomes impossible to deal with it as a magnetically united cascade screen when not much thick, it is at most 100. Angstrom extent is a limitation. It is 20A thru/or 100 preferably. It is angstrom. Moreover, the noble-metals layer of the last of being a unit unit (M/N) is thickened, and this non-magnetic layer can also be used also [non-magnetic layer].

[0018] now, the thickness tM of a unit unit / tN it is -- although -- perpendicular magnetic anisotropy films -- it is -- ****ing -- a sake -- limitation like the 1st invention -- especially -- not being required . Preferably, it is 0.3 <=tM/tN <=3. However, in order to make [many] the amount of magnetic metals, it is desirable to take a configuration like the 1st invention.

[0019] It is desirable that control a film configuration so that N layer is surely located like Cu in a non-magnetic layer at an interface with a non-magnetic layer in other than noble metals, since it is hard coming to obtain perpendicular magnetization when layers other than noble metals are used as a non-magnetic layer, although the repetition of M/N was a base, or add N layer to the repetition of (M/N) further, and a magnetic layer is surely pinched in a noble-metals layer.

[0020] In this 2nd invention, if it may be **** in the coercive force of the perpendicular magnetic anisotropy films which carry out a laminating, the perpendicular magnetic anisotropy films which have the multistage hysteresis loop can be obtained. By using the perpendicular magnetic anisotropy films which have such a multistage hysteresis loop, record and over-writing record of a multiple value are attained. Moreover, in the perpendicular magnetic anisotropy films concerning this invention, a faraday's rotation angle is large and it is suitable to read magnetic recording by change of a faraday's rotation angle.

[0021]

[Example] The example of this invention is explained below.

(Example 1) The cascade screen of Pt was produced on the quartz-glass substrate as Co and noble metals N as a magnetic metal M using the ion beam sputtering system as shown in drawing 1 .

[0022] After exhausting to the degree of vacuum of 4x10-7torr beforehand, manufacture conditions introduce Ar gas (99% of purity) into him until a partial pressure becomes Maine Gang (ion gun 1) at 1.5 x10-4torr, and they ionize Ar, and acceleration voltage is 500 V. They are the conditions of an exposure to a target as an ion beam. As a target, they are Co and Pt. It is Co/Pt by preparing each metal target and rotating this suitably. The mutual laminating was performed. It is the thickness tPt of 5A and Pt layer about the thickness tCo of Co layer 5A and Co/Pt [0023] which shows the result to which the number of cycles was set to n and n was changed to drawing 2 thru/or drawing 6 Drawing 2 is drawing showing the magnetization curve of a sample number 1-1 (n= 2). A residual magnetic flux density (Mr) and coercive force (Hc) have a large way at the time of impressing a field at right angles to a film surface compared with the case where a field is impressed in parallel with a film surface, and it turns out that they are perpendicular magnetic anisotropy films.

[0024] Drawing 3 shows change of the square shape nature (theta kr/theta kf) by the Kerr effect measurement (wavelength of 400nm) by the several n laminating, and coercive force (Hc). Square shape nature and coercive force are known by that it is good in the field of n<=5 so that clearly from drawing 3 . The same inclination is seen also with other magnetic metals and noble metals.

(Example 2)

[0025] The square shape nature (theta kr/theta kf) when changing tPt by the same approach as an example 1, and changing thickness ratio tCo/tPt on condition that 4A and n= 1 is investigated, and the result is shown in drawing 4 . It was checked that good perpendicular magnetization is obtained by tCo/tPt<=3 so that clearly from drawing 4 .

(Example 3)

[0026] the same approach as an example 1 -- tCo -- the conditions of 5A and n= 2 -- thickness ratio tCo/tPt -- 0.5 from -- the remanence ratio at the time of making it change in 2 was theta kr/theta kf=1, and was good perpendicular magnetic

anisotropy films. Moreover, the relation between a car angle of rotation (thetak) and tCo/tPt was shown in drawing 5 . It follows on the increment in tCo/tPt so that clearly from drawing 5 , and it is thetak. It turns out that it is in the inclination of an increment (example 4).

[0027] Drawing 6 is N/{M/(N/M) n/L}m on a quartz substrate. It is drawing having shown the cascade screen of a configuration. That is, the pair of magnetic layer M (Co) and the noble-metals layer N (Pt) is repeated n times on a non-magnetic layer L (Pt), the unit by which the magnetic layer M was finally formed is repeated m times, and the condition that the noble-metals layer N is formed by the maximum upper layer is shown. The perpendicular magnetic anisotropy films of the configuration of above-mentioned drawing 6 were constituted as Co and a noble-metals layer N as a magnetic layer M, using Pt as Pt and a non-magnetic layer L.

[0028] After membrane formation decompressed the inside of a chamber to 5x10-6torr, it introduced Ar gas and was performed by the RF sputtering method in Ar partial pressure 5x10-3torr. In addition, two pieces, Co and Pt, were prepared as a target, and, in Co, the laminating of the case of RF output 100W and Pt was carried out by turns in 50-200W.

[0029] It is the thickness of 10A and a non-magnetic layer about the thickness tCo of Co layer which is a magnetic layer 100 It fixed by angstrom, the product number of layers n= 2, and m= 2, the thickness tPt of a noble-metals layer was changed, and the car angle of rotation (400nm) was investigated. The result is shown in drawing 7 .

[0030] A remanence ratio falls in the field in which tPt exceeds 3A and tCo/tPt exceeds 3 from drawing 7 , tPt is 50A and tCo/tPt is 0.3. In a small field, it turns out that the car angle of rotation is falling.

[0031] tPt -- the hysteresis curve of a car angle of rotation (3A, 5A, and 30A) -- drawing 8 (a), (b), and (c) It is alike, respectively and is shown. When tPt is 3A, square shape nature is bad and it turns out that it is the magnetization film within a field. In addition, the result with the same said of the film produced by the IBS method (ion beam sputtering) was obtained.

(Example 5)

[0032] The cascade screen of the configuration of N/{M/(N/M) n/L}m was produced on the quartz substrate like the example 4 by the RF sputtering method as Co and a noble-metals layer N as a magnetic layer M, using Pt as Pd and a non-magnetic layer L. tPd is fixed with 5A, the thickness of 5A and a non-magnetic layer is fixed for tCo with 50A and m= 2, and the property when changing n is shown in drawing 9 .

[0033] Although a remanence ratio falls rapidly from drawing 9 from the field where n exceeds 5 and n increases favorably with the increment in n in five or less field also in a car angle of rotation, the degree of an increment falls to the degree of pole more than by it.

[0034] the hysteresis curve of a car angle of rotation to n= 1 and the external magnetic field in 5 and 10 -- drawing 10 (a), (b), and (c) It is shown, respectively. The description of the magnetization within a field has appeared in n= 5.

(Example 6)

[0035] The cascade screen of the configuration of N/{M/(N/M) n/L}m was produced on the quartz substrate like the example 4 by the RF sputtering method as nickel and a noble-metals layer N as a magnetic layer M, using Ag as Au and a non-magnetic layer L. tAu is fixed with 10A, tNi is fixed with 15A, m= 5, and n= 2, and the property when changing the thickness of a non-magnetic layer is shown in drawing 11.

[0036] Drawing 11 shows that a remanence ratio falls [tAg] in a less than 10A field. the hysteresis curve [as opposed to / case / where tAg considers as 7A, 10A, and 100A / an external magnetic field] of a car angle of rotation -- drawing 12 (a), (b), and (c) It is shown, respectively. When tAg is 7A, square shape nature is bad, it has become the magnetization film within a field, and it turns out that it is low coercive force.

[0037] Therefore, it became clear that coercive force is increased and the good magneto-optical effect can be acquired, without falling square shape nature because it carries out a laminating, using tAg as 10A or more.

(Example 7)

[0038] The cascade screen of the configuration of N/{M/(N/M) n/L}m was produced on the quartz substrate like the example 4 by the RF sputtering method as Co and a noble-metals layer N as a magnetic layer M, using aluminum as Au and a non-magnetic layer L.

[0039] However, sample 7-1 It set, and 20A and tCo were set into 5A, and tAu was set to 5A, n= 2, and m= 2 for tAl. On the other hand, it is a sample 7-2. It sets and is {M/(N/M) n/L} m. Further by the eye They are [tAl] 5A, and n= 2 and a sample 7-1 about 5A and tAu in 20A and tCo. It is {M/(N/M) n/L} m similarly. By the bilayer eye 50A and tCo were set into 10A, and tAu was set to 5A and n= 3 for tAl. this sample 7-1 and 7-2 ******** -- the hysteresis curve of a car angle of rotation to an external magnetic field is shown in drawing 13 (a) and (b), respectively.

[0040] since the magnetic interaction is intercepted for both samples by the non-magnetic layer aluminum from drawing 13, although there are many total Co laminatings -- good square shape nature and big car ****** -- it has big coercive

force. In addition, it is this sample 7-2 so that clearly from a hysteresis curve. The two-step hysteresis is then realized. This is a sample 7-1. Since the cascade screen currently intercepted by the non-magnetic layer is both identitas, it becomes the same [the coercive force as the whole], but when the cascade screens currently intercepted like the sample 7-2 differ, since each coercive force differs, a multistage hysteresis will be shown as the whole.
[0041] The hysteresis curve in that case is typically shown in drawing 14 that the laminating of the 1st cascade screen is carried out to the 2nd large cascade screen of coercive force through the non-magnetic layer. (B) from which considering the case where decrease a magnetic field from a saturation state (A), and the magnetic field of hard flow is impressed further flux reversal produces the 1st and 2nd cascade screen by the 1st small cascade screen of coercive force first in a saturation state although magnetization is equal to the same direction . Furthermore, it is (C) to which flux reversal will arise in the 2nd large cascade screen of coercive force shortly if it progresses, and magnetization will be equal to the sense contrary to the beginning. . Moreover, when a magnetic field is weakened and it is made to reverse, magnetic reversal arises in the 1st small cascade screen of coercive force first, and it is (D). Magnetization of the 2nd cascade screen is continuously reversed, and it is (A). It returns to a condition.
[0042] For example, it sets to drawing 14 and is helium >HA. If a magnetic field is canceled after impressing an external magnetic field, it will be Magnetization MA in a non-magnetic field condition. It holds. Furthermore, HC <helium <HB It will be Magnetization MB, if a magnetic field is canceled after impressing an external magnetic field. It holds. helium <HC It will be Magnetization MC, if a magnetic field is canceled after impressing an external magnetic field. It holds and is HD <helium <HA. It will be Magnetization MD, if a magnetic field is canceled after impressing an external magnetic field. It holds. Thus, by the impression magnetic field, it can have the value of two or more magnetization in stability, and multiple-value record is attained.
[0043] Moreover, the coercive force of each cascade screen, the Curie point, a compensation point, etc. are controlled, and over-writing record is also possible, since it has the reversal field of a multistage story, using the film of another side as a record layer, using one cascade screen as an object for bias field generating (refer to JP,2-230532,A and JP,62-154347,A). Moreover, it cannot be overemphasized that a bias field generating layer may be added separately.
(Example 8)
[0044] The cascade screen of the configuration of N/{M/(N/M) n/L}m was produced on the quartz substrate like the example 4 by the RF sputtering method as Co and a noble-metals layer N as a magnetic layer M, using Pt as Pd and a non-magnetic layer L.
[0045] However, sample 8-1 It set, and 30A and tCo were set into 5A, and tPd was set to 10A, n= 3, and m= 3 for tPt. On the other hand, it is a sample 8-2. It sets and is {M/(N/M) n/L} m. Further by the eye 70A and tCo are set into 5A, tPd is set to 10A and n= 3 for tPt, and it is {M/(N/M) n/L} m. By the bilayer eye 50A and tCo are set into 5A, tPd is set to 8A and n= 2 for tPt, and it is {M/(N/M) n/L} m. In the third layer 30A and tCo were set into 5A, and tPd was set to 15A and n= 3 for tPt.
[0046] this sample 8-1 and 8-2 ******** -- the hysteresis curve of a car angle of rotation to an external magnetic field is shown in drawing 15 (a) and (b). clear from drawing -- as -- a sample 8-1 and 8-2 ****** -- although it is good perpendicular magnetic anisotropy films -- sample 8-2 **** -- it turns out that the three-step hysteresis is acquired.
(Example 9)
[0047] The cascade screen of the configuration of N/{M/(N/M) n/L}m was produced on the quartz substrate like the example 4 by the RF sputtering method as Co and a noble-metals layer N as a magnetic layer M, using Cu as Pt and a non-magnetic layer L.
[0048] However, sample 9-1 It set, and 15A and tCo were set into 10A, and tPt was set to 10A, n= 4, and m= 4 for tCu. On the other hand, it is a sample 9-2. It sets and is {M/(N/M) n/L} m. Further by the eye 50A and tCo are set into 10A, tPt is set to 10A and n= 4 for tCu, and it is {M/(N/M) n/L} m. By the bilayer eye 50A and tCo are set into 5A, and tPt is set to 8A and n= 2 for tCu. In the third layer of {M/(N/M) n/L} Set 50A and tCo into 5A, and tPt is set to 5A and n= 2 for tCu. {M/(N/M) n/L} m In the fourth layer, 50A and tCo were set into 5A, and tPt was set to 10A and n= 1 for tCu.
[0049] this sample 9-1 and 9-2 ******** -- the hysteresis curve of a car angle of rotation to an external magnetic field is shown in drawing 16 (a) and (b). clear from drawing -- as -- a sample 9-1 and 9-2 ****** -- although it is good perpendicular magnetic anisotropy films -- sample 9-2 **** -- it turns out that the four-step hysteresis is acquired.
(Example 10) Especially at the perpendicular magnetic anisotropy films concerning this invention, also by the magneto-optical effect, the Faraday effect is large and clarifies this point by this example.
[0050] The result investigated [tCo produced in the example 1] the relation of the several n laminating and the magnetic polarization angle of rotation (400nm) of the perpendicular magnetic anisotropy films of 1 and a several n laminating for 5A and thickness ratio tCo/tPt is shown in drawing 17.
[0051] A faraday's rotation angle is large and it turns out that a magnetic polarization angle of rotation is also in the

inclination of an increment with the increment it is [increment] a several n laminating so that clearly from drawing. Moreover, the incidence of light is 500 to the maximum upper layer of perpendicular magnetic anisotropy films, although carried out from the substrate side. When Au layer of angstrom was formed as a reflecting layer, the twice [about] as many magnetic polarization angle of rotation as this was acquired. In addition, all thickness 500 Although the magnetic polarization angle of rotation increased to angstrom, it has been mostly saturated more than with it (drawing 18).

(Example 11)

[0052] To the appearance shown previously, they are N/{M/(N/M) n/L}m. At the cascade screen of a configuration, since thickness is made thickly, maintaining the condition of perpendicular magnetization, in the Faraday effect, it becomes dominance also by the magneto-optical effect. That is, since perpendicular magnetization is kept substantial also in the condition that the thickness of a magnetic layer is thick according to this invention, a faraday's rotation angle becomes large by thickening sum total thickness of a magnetic layer as much as possible in the range which can penetrate light.

[0053] Co (5A) and the noble-metals layer N are set to Pt, a non-magnetic layer L is set to Pt (20A) for a magnetic layer M, tPt is changed, and they are N/{M/(N/M) n/L}m. The cascade screen was produced. In addition, it is referred to as n= 3 and thickness is about 200 at the whole. m was adjusted so that it might become angstrom. Although tPt made it change by 3 thru/or 15A, perpendicular magnetic anisotropy films were obtained for all.

[0054] The relation between tPt and thetaf (400nm) was shown in drawing 19. A faraday's rotation angle is so large that there are so many whole amounts of Co(es) that the thickness tPt of noble metals is thin, and it turns out that it amounts to a maximum of 1 time.

[0055]

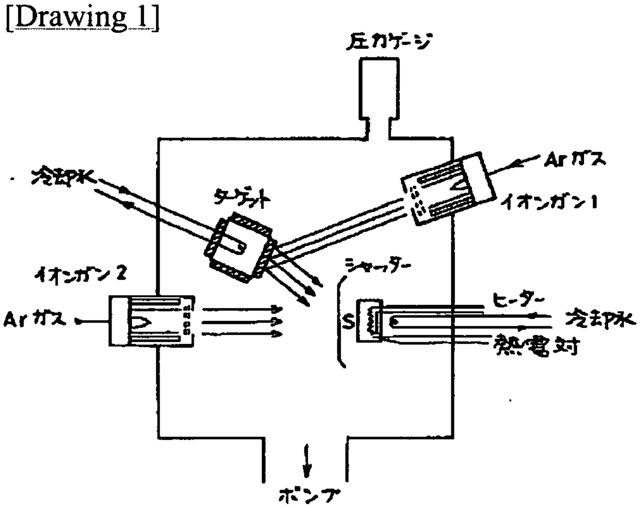
[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, good perpendicular magnetic anisotropy films can be obtained. Therefore, it is size the place which contributes to the application as magnetic-recording media, such as a magneto-optic-recording medium, etc.

[0056] Moreover, since the rate that the magnetic layer as the whole cascade screen occupies by carrying out the laminating of the perpendicular magnetic anisotropy films through a non-magnetic layer can be enlarged, it is advantageous when especially the Faraday effect is used, the magneto-optical effect and.

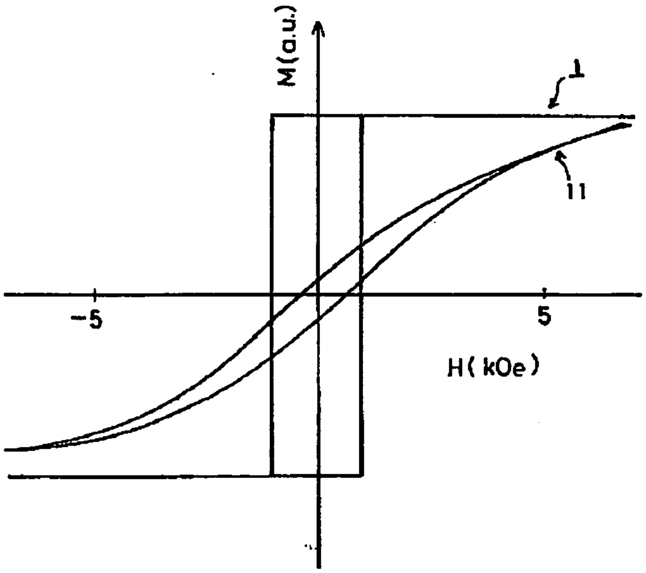
[Translation done.]

DRAWINGS

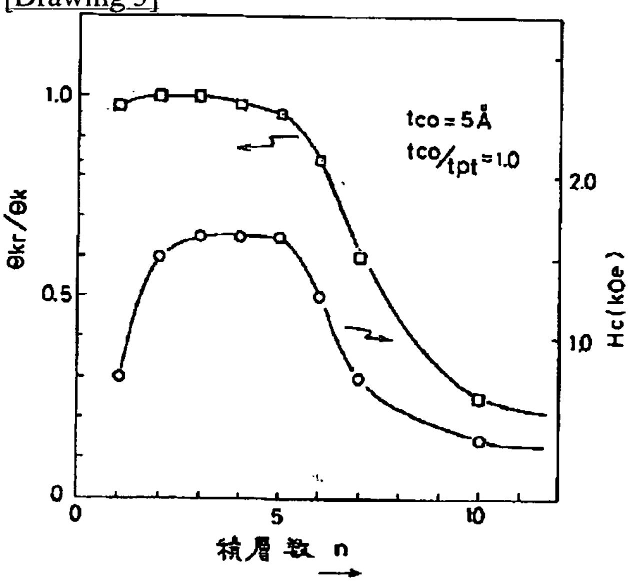
[Drawing 1]



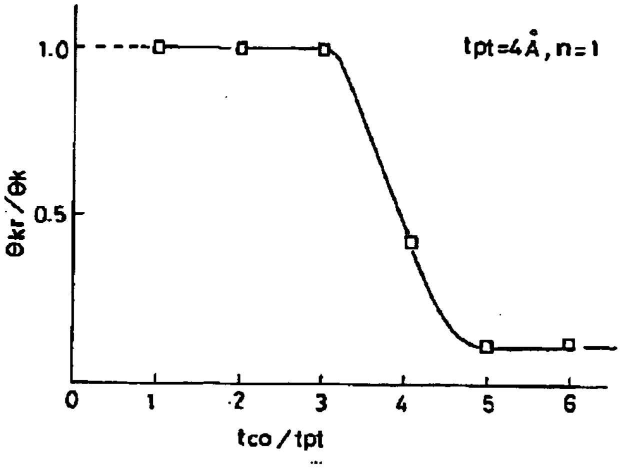
[Drawing 2]



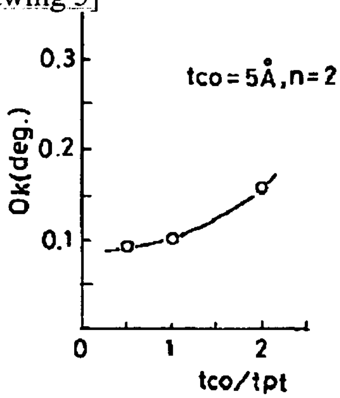
[Drawing 3]



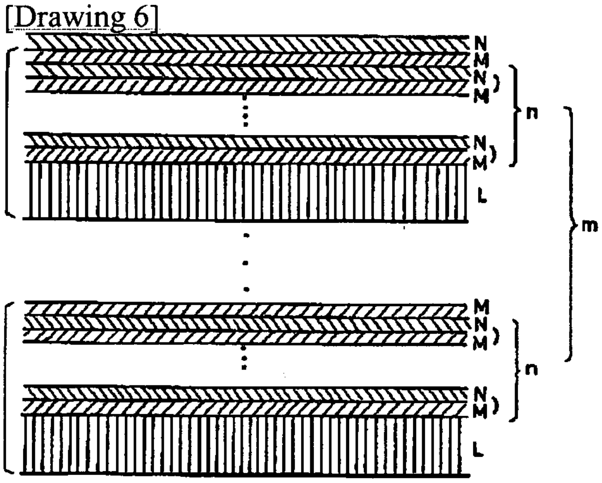
[Drawing 4]



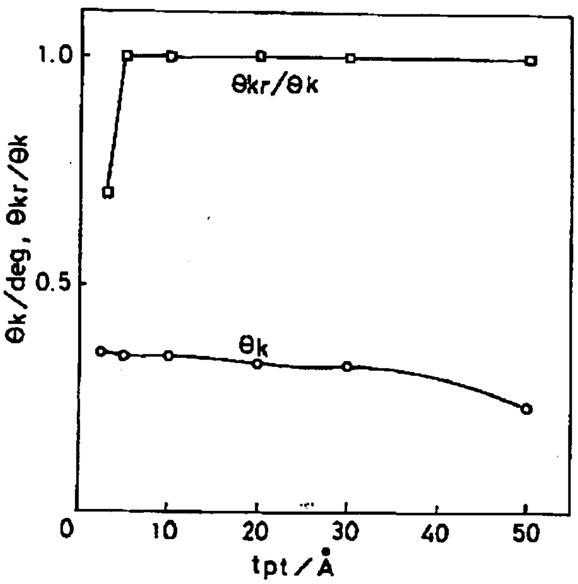
[Drawing 5]



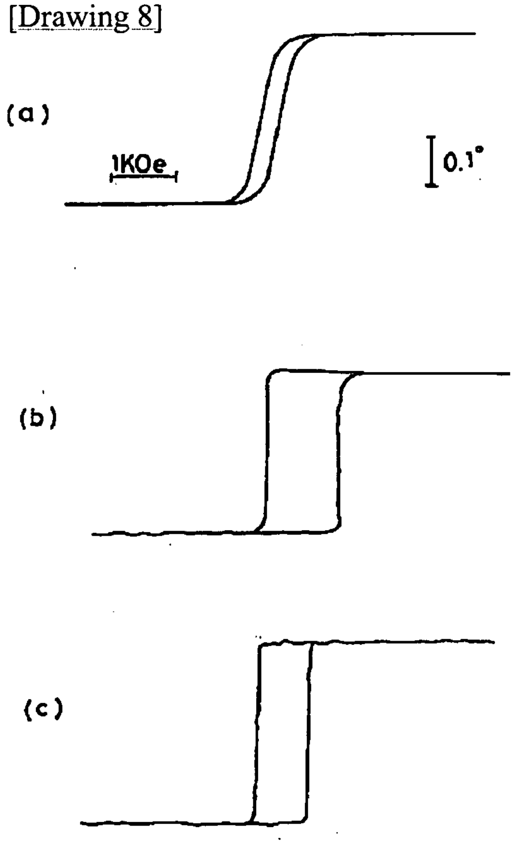
[Drawing 6]



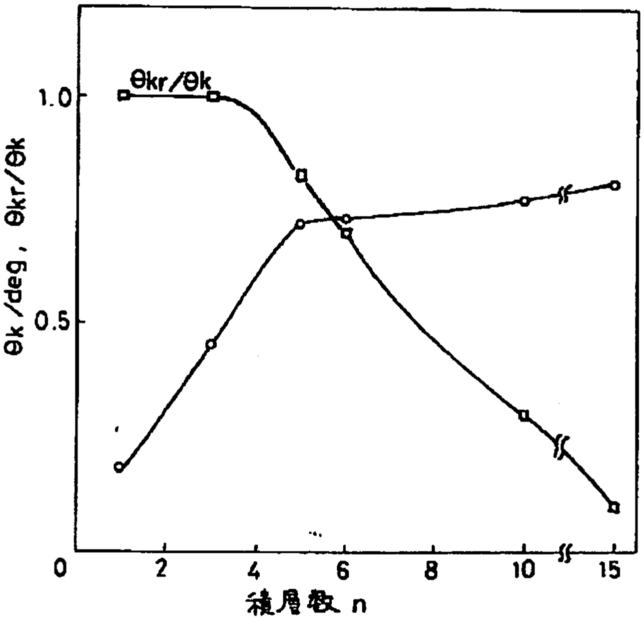
[Drawing 7]



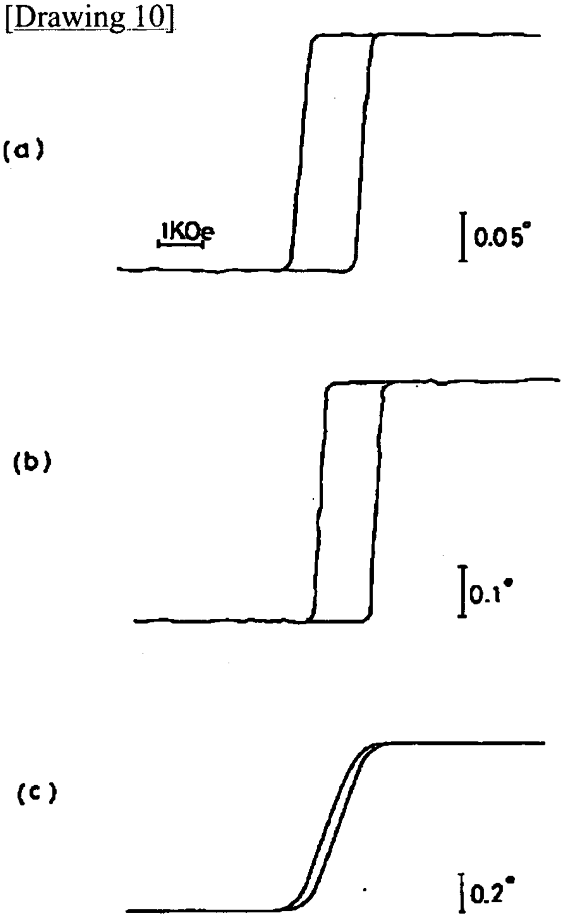
[Drawing 8]



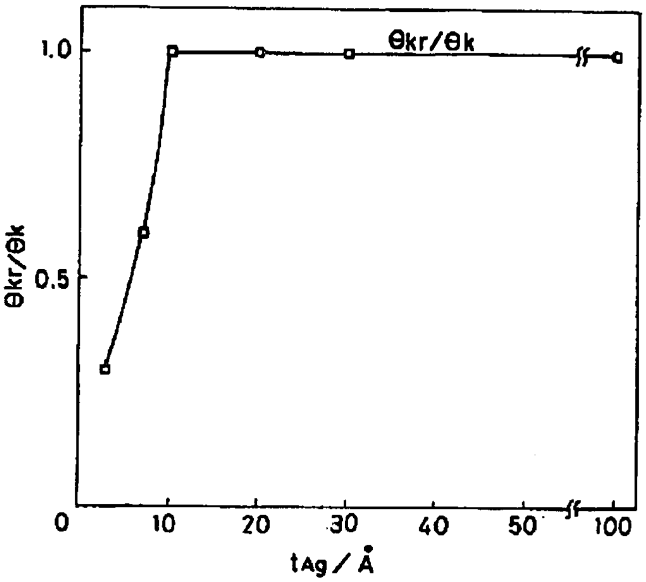
[Drawing 9]



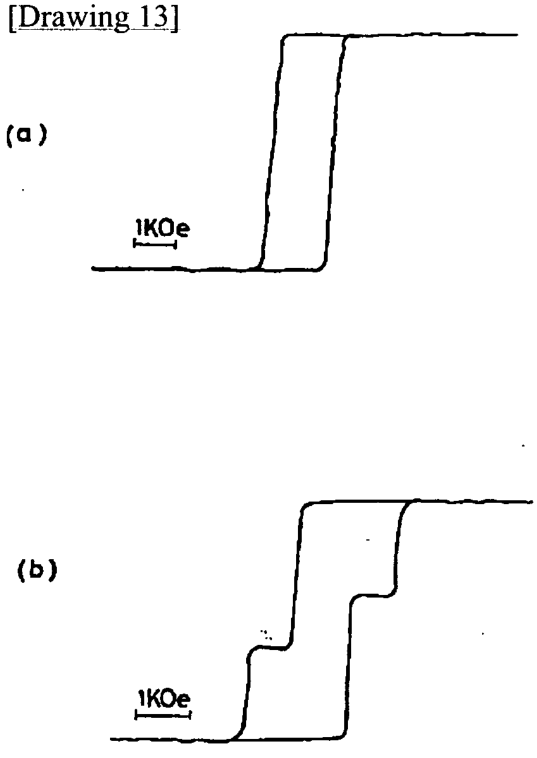
[Drawing 10]



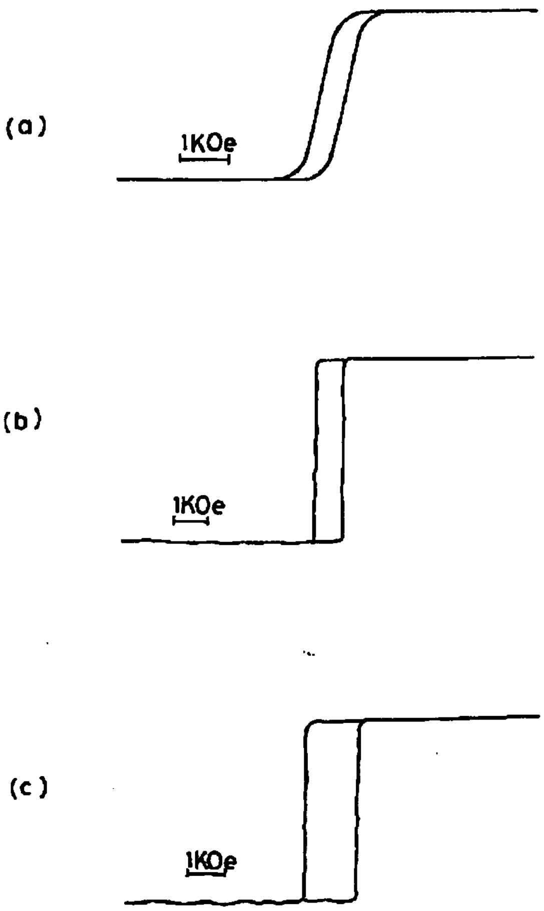
[Drawing 11]



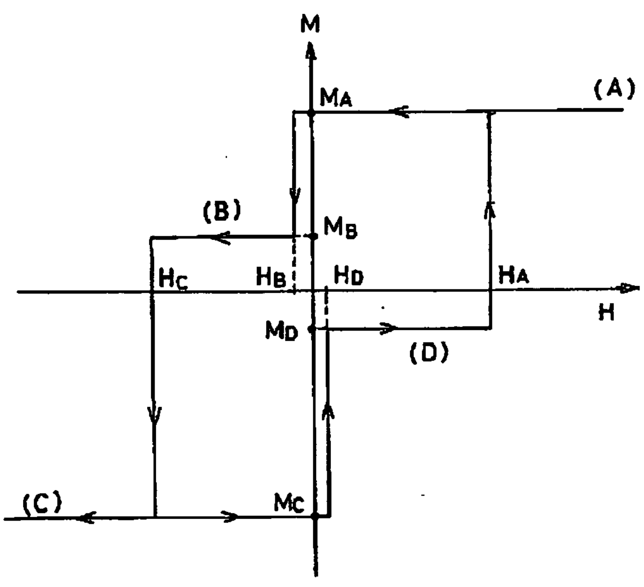
[Drawing 13]



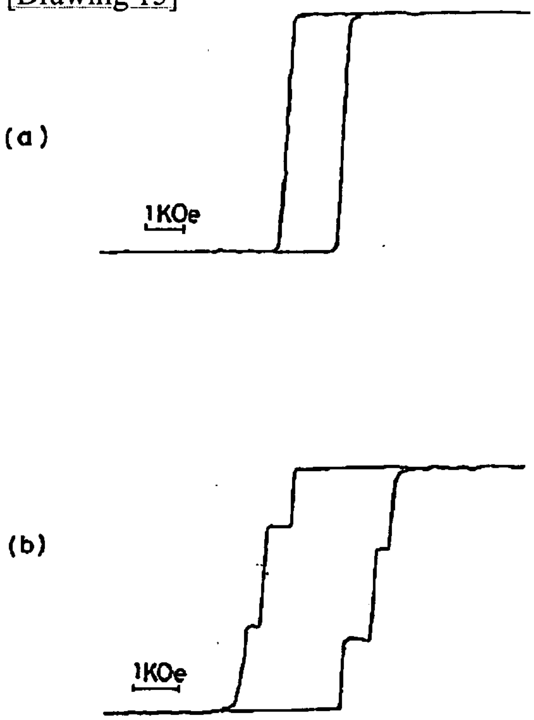
[Drawing 12]



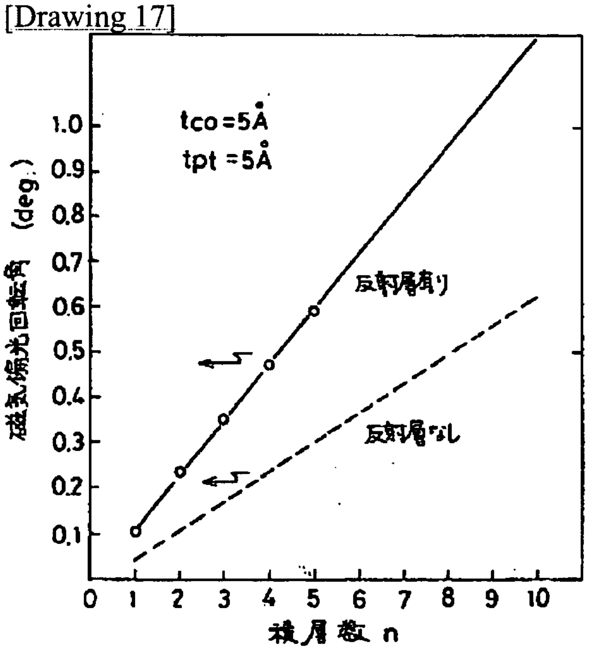
[Drawing 14]



[Drawing 15]

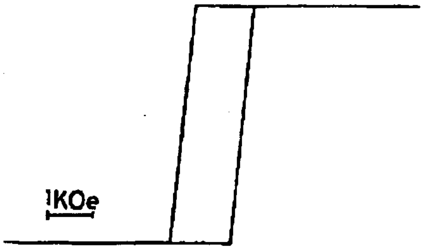


[Drawing 17]

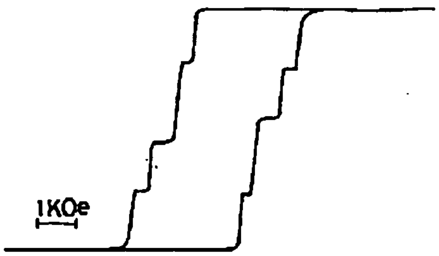


[Drawing 16]

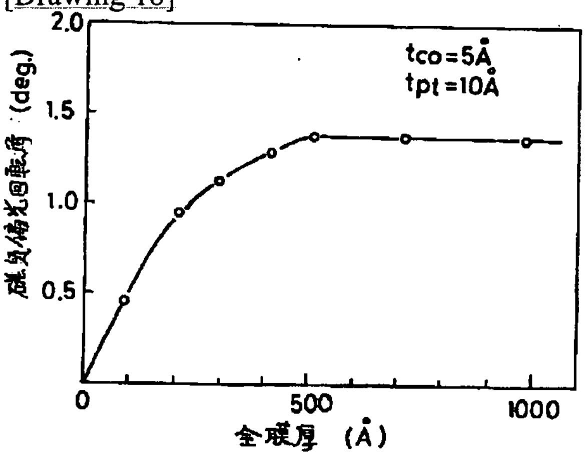
(a)



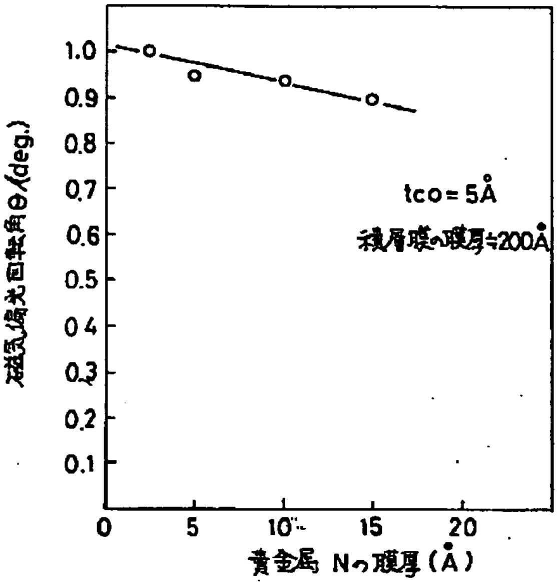
(b)



[Drawing 18]



[Drawing 19]



[Translation done.]

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law
[Section partition] The 4th partition of the 6th section
[Publication date] November 30, Heisei 11 (1999)

[Publication No.] Publication number 5-67322
[Date of Publication] March 19, Heisei 5 (1993)
[Annual volume number] Open patent official report 5-674
[Application number] Japanese Patent Application No. 4-45868
[International Patent Classification (6th Edition)]

G11B 5/66

[FI]

G11B 5/66

[Procedure revision]
[Filing Date] February 25, Heisei 11
[Procedure amendment 1]
[Document to be Amended] Specification
[Item(s) to be Amended] Claim
[Method of Amendment] Modification
[Proposed Amendment]
[Claim(s)]
[Claim 1] The condition that the laminating of a magnetic layer, Pt, Pd, Ru and Ag, and the noble-metals layer using one sort in these multicomputer systems was carried out
(M/N)n
M is 1<=n<=5 and (M/N) n, when noble metals express the magnetic substance and N and n is expressed with the number of laminatings. Perpendicular magnetic anisotropy films characterized by thickness being less than 50A.
[Claim 2] The condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns
(M/N)n
Noble metals express the magnetic substance and N, n is expressed with the number of laminatings, and M is a thickness ratio per layer.
(tM/tN)
tM is the thickness of a magnetic layer.
tN is the thickness of a noble-metals layer.
Perpendicular magnetic anisotropy films according to claim 1 which come out, and are characterized by satisfying the conditions of 1<=n<=5 and 0.6 <= tM / tN when expressed.
[Claim 3] The condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns
(M/N)n
Noble metals express the magnetic substance and N, n is expressed with the number of laminatings, and M is a thickness ratio per layer.
(tM/tN)

tM is the thickness of a magnetic layer.
tN is the thickness of a noble-metals layer.
Perpendicular magnetic anisotropy films which come out, and are characterized by satisfying the conditions of 1<=n<=5 and 0.6 <= tM / tN when expressed.
[Claim 4] The condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns (M/N)n
Noble metals express the magnetic substance and N, n is expressed with the number of laminatings, and M is a thickness ratio per layer.
(tM/tN)
tM is the thickness of a magnetic layer.
tN is the thickness of a noble-metals layer.
When come out and expressed, they are 2 <= tM <=16 (angstrom), 2 <= tN <=16 (angstrom), and (M/N) n.
Perpendicular magnetic anisotropy films characterized by thickness satisfying less than 50A conditions.
[Claim 5] The condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out
(M/N)n
M is n which has perpendicular magnetization when noble metals express the magnetic substance and N and n is expressed with the number of laminatings (M/N). Perpendicular magnetic anisotropy films characterized by carrying out two or more layer laminating of the film through a non-magnetic layer.
[Claim 6] n which has different holding power (M/N) Perpendicular magnetic anisotropy films according to claim 5 characterized by carrying out the laminating of the film.
[Claim 7] Perpendicular magnetic anisotropy films according to claim 3 to 6 characterized by using one sort in Pt, Pd, Ru, Au, Ag, and these multicomputer systems for said noble-metals layer.
[Claim 8] The magnetic-recording medium characterized by using perpendicular magnetic anisotropy films according to claim 1 to 7 as a record layer.
[Procedure amendment 2]
[Document to be Amended] Specification
[Item(s) to be Amended] 0008
[Method of Amendment] Modification
[Proposed Amendment]
[0008] That is, the 1st invention is the condition that the laminating of the noble-metals layer which used one sort in a magnetic layer, Pt(s), Pd, Ru and Ag, and these multicomputer systems was carried out.
(M/N)n
M is 1<=n<=5 and (M/N) n, when noble metals express the magnetic substance and N and n is expressed with the number of laminatings. They are the perpendicular magnetic anisotropy films characterized by thickness satisfying less than 50A conditions. Although Co which is a magnetic metal as the magnetic substance M here is typical, Fe, nickel, etc. are mentioned to others. Of course, these multicomputer systems are sufficient. Moreover, although Pt is typical as noble metals N, Pd, Ru, Ag, etc. may be mentioned to others and a multicomputer system is sufficient also as this.
(M/N) n If thickness is 50A or more, it will be hard coming to obtain perpendicular magnetic anisotropy films. It is 30A or less preferably.
[Procedure amendment 3]
[Document to be Amended] Specification
[Item(s) to be Amended] 0009
[Method of Amendment] Modification
[Proposed Amendment]
[0009] Moreover, the 2nd invention is the condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns.
(M/N)n
The magnetic substance and N noble metals express M, n is expressed with the number of laminatings, and it is a thickness ratio per layer.
(tM/tN)
tM is the thickness of a magnetic layer.
tN is the thickness of a noble-metals layer.
It comes out, and when expressed, they are the perpendicular magnetic anisotropy films characterized by satisfying the conditions of 1<=n<=5 and 0.6 <= tM / tN. By setting tM/tN or more to 0.6, the holding power of perpendicular

magnetic anisotropy films can be improved. Moreover, since the amount of magnetic metals per unit thickness will increase compared with the former, and improvement in the magneto-optical effect will be attained in connection with it and the amount of noble metals will fall, film cost falls. In addition, although based also on thickness, since it will be hard coming to attain perpendicular magnetization if the ratio of a magnetic metal becomes high not much, it is desirable [tM/tN] that it is three or less.
[Procedure amendment 4]
[Document to be Amended] Specification
[Item(s) to be Amended] 0010
[Method of Amendment] Modification
[Proposed Amendment]
[0010] Moreover, the 3rd invention is the condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out by turns.
(M/N)n
Noble metals express the magnetic substance and N, n is expressed with the number of laminatings, and M is a thickness ratio per layer.
(tM/tN)
tM is the thickness of a magnetic layer.
tN is the thickness of a noble-metals layer.
When come out and expressed, they are 2 <= tM <=16 (angstrom), 2 <= tN <=16 (angstrom), and (M/N) n. They are the perpendicular magnetic anisotropy films characterized by thickness satisfying less than 50A conditions. Although it is the thickness tM of one layer of magnetic metals, when not much thick, since achievement of perpendicular magnetization is difficult, 16A or less is desirable. Moreover, it is better for there to be 2A also at the lowest, in order not to show good magnetism, if too not much thin. Furthermore, it is desirable that it is 3 <=tM<=15 (angstrom).
[Procedure amendment 5]
[Document to be Amended] Specification
[Item(s) to be Amended] 0011
[Method of Amendment] Modification
[Proposed Amendment]
[0011] Moreover, although it is the thickness tN of one layer of noble metals, it is better for achievement of perpendicular magnetization to be difficult if too not much thin, and for there to be 2A also at the lowest. Moreover, extent which does not alienate magnetic coupling between magnetic metal layers of the thickness of the noble-metals layer pinched between magnetic metal layers at the time of a laminating, i.e., 16A or less extent, is desirable. Furthermore, it is desirable that it is 3 <=tN<=15 (angstrom).
[Procedure amendment 6]
[Document to be Amended] Specification
[Item(s) to be Amended] 0016
[Method of Amendment] Modification
[Proposed Amendment]
[0016] By the way, in order to make [many] the amount of magnetic metals conventionally, the means which make [many] the number of laminatings were taken, but since perpendicular magnetic anisotropy films would no longer be obtained if it is made [many / not much], there was a limitation. When the laminating of this perpendicular-magnetic-anisotropy-films unit could be carried out paying attention to the thing which were shown previously and which is acquired for perpendicular magnetic anisotropy films with the small number of laminatings like, without spoiling a perpendicular magnetization property, this invention persons thought that the perpendicular magnetic anisotropy films containing more magnetic metals were obtained, and resulted in the 4th invention. That is, the 4th invention is the condition that the laminating of a magnetic layer and the noble-metals layer was carried out.
(M/N)n
M is n which has perpendicular magnetization when noble metals express the magnetic substance and N and n is expressed with the number of laminatings (M/N). They are the perpendicular magnetic anisotropy films characterized by carrying out two or more layer laminating of the film through a non-magnetic layer. It is desirable that it is the same as that of invention of the above-mentioned 1st thru/or 3 about M and N. In the 2nd thru/or the 4th invention, although Co which is a magnetic metal as the magnetic substance M is typical, Fe, nickel, etc. are mentioned to others. Of course, these multicomputer systems are sufficient. Moreover, although Pt is typical as noble metals N, Pd, Ru, Au, Ag, etc. may be mentioned to others, and a multicomputer system is sufficient also as this.

[Procedure amendment 7]
[Document to be Amended] Specification
[Item(s) to be Amended] 0017
[Method of Amendment] Modification
[Proposed Amendment]
[0017] The non-magnetic layer L has the function to erase the magnetic interaction of the perpendicular magnetic anisotropy films which have countered through this, and should just be non-magnetic material. For example, SiO2, aluminum 2O3, various glass, Pt, Pd, Au, Ag, aluminum, Cu, Mn, Cr, Si, etc. are mentioned. Thickness is 10A or more extent by which magnetic association is intercepted, and if the magneto-optical effect is taken into consideration, in order that it may make loss of light minimum, it is desirable that it is thin in the ability to do. Moreover, since it becomes impossible to deal with it as a magnetically united cascade screen when not much thick, about at most 100A is a limitation. They are 20A thru/or 100A preferably. Moreover, the noble-metals layer of the last of being a unit unit (M/N) is thickened, and this non-magnetic layer can also be used also [non-magnetic layer].
[Procedure amendment 8]
[Document to be Amended] Specification
[Item(s) to be Amended] 0020
[Method of Amendment] Modification
[Proposed Amendment]
[0020] In this 4th invention, if the holding power of the perpendicular magnetic anisotropy films which carry out a laminating is changed, the perpendicular magnetic anisotropy films which have the multistage hysteresis loop can be obtained. By using the perpendicular magnetic anisotropy films which have such a multistage hysteresis loop, record and over-writing record of a multiple value are attained. Moreover, in the perpendicular magnetic anisotropy films concerning this invention, a faraday's rotation angle is large and it is suitable to read magnetic recording by change of a faraday's rotation angle.

[Translation done.]